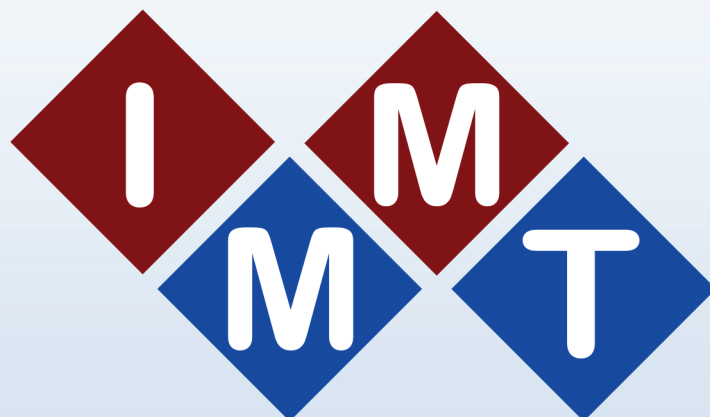


OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA NAUKOWA

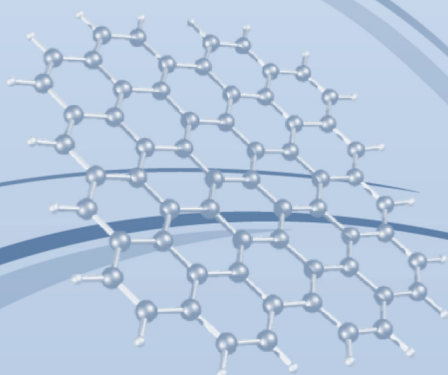
INŻYNIERIA MATERIAŁOWA -

MATERIAŁY I TECHNOLOGIE

ŁÓDŹ - SŁOK 2022



20 - 23 LISTOPADA 2022



FABRYKA INŻYNIERÓW

Instytut Inżynierii Materiałowej

Politechnika Łódzka

Ogólnopolska Konferencja Naukowa
Inżynieria Materiałowa
- Materiały i Technologie

Łódź - Słok, 20-23 listopada 2022

"Publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Doskonała Nauka”, nr projektu DNK/SP/547411/2022 kwota dofinansowania 40 000 zł całkowita wartość projektu 245 500 zł"

Politechnika Łódzka

Instytut Inżynierii Materiałowej

Prace publikowane w ramach książki abstraktów I Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej "Inżynieria Materiałowa - Materiały i Technologie" są dostępne na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska)



Redaktor naukowy: dr hab. inż. Jacek Sawicki, prof. uczelni

Projekt okładki: dr hab. inż. Konrad Dybowski, prof. uczelni

© Copyright by Politechnika Łódzka, Łódź 2022

ISBN 978-83-66741-71-3

DOI: 10.34658/9788366741713

Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej

93-005 Łódź, ul. Wólczańska 223

tel. 42-631-20-87, 42-631-29-52

E-mail: zamowienia@info.p.lodz.pl

www.wydawnictwo.p.lodz.pl

Nakład 79 egz.; 5,5 arkuszy drukarskich

Druk i oprawa: Drukarnia Quick-Druk,

90-562 Łódź, ul. Łąkowa 11

PARTNERZY I SPONSORZY



PATRONAT / WSPARCIE



Komitet Naukowy

Przewodniczący: dr hab. inż. Jacek Sawicki, prof. uczelni

Sekretarz naukowy: dr inż. Anna Jędrzejczak

Lidia Adamczyk

Piotr Bała

Kinga Bociąg

Jolanta Baranowska

Tomasz Czujko

Leszek A. Dobrzański

Agata Dudek

Konrad Dybowski

Tomasz Dyl

Tadeusz Frączek

Halina Garbacz

Zbigniew Gawroński

Adam Grajcar

Stanisław Józwiak

Łukasz Kaczmarek

Dariusz Kata

Agnieszka Kochmańska

Łukasz Kołodziejczyk

Agnieszka Kopia

Alicja Krella

Piotr Kula

Michał Kulka

Jerzy Lis

Remigiusz Michalczewski

Jerzy Michalski

Jarosław Mizera

Grzegorz Moskal

Maciej Motyka

Piotr Niedzielski

Anita Olszówka-Myalska

Rafał Prusak

Jerzy Ratajski

Stanisław Roskosz

Jacek Sawicki

Jan Sieniawski

Jerzy Sokołowski

Maria Sozańska

Wojciech Stachurski

Barbara Surowska

Anna Sypień

Marek Szkodo

Hieronim Szymanowski

Agnieszka Twardowska

Tadeusz Wierzchoń

Joanna Wojewoda-Budka

Emilia Wołowicz-Korecka

Mieczysław Wysiecki

Krzysztof Zdunek

Paweł Zięba

Organizatorzy

Instytut Inżynierii Materiałowej
Wydział Mechaniczny
Politechnika Łódzka

Przy współudziale:
Polskiego Towarzystwa Materiałoznawczego

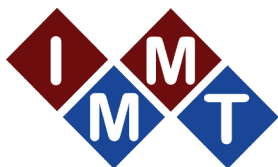
Komitet Organizacyjny

Przewodniczący:
dr hab. inż. Konrad Dybowski, prof. uczelni

Z-ca przewodniczącego:
dr inż. Sebastian Miszczak

Członkowie:

dr inż. Sebastian Lipa
dr inż. Radomir Atraszkiewicz
dr inż. Paulina Byczkowska
mgr inż. Paulina Kowalczyk
mgr inż. Grzegorz Romaniak
inż. Mariola Grzelak
mgr inż. Monika Spyrka



Program konferencji



<https://immt.syskonf.pl/program>

Poniedziałek 21-11-2022

Sesja Plenarna 1 (sala nr1)

Otwarcie Konferencji

Przewodniczący sesji: *Jolanta Baranowska, Piotr Kula*

- 9⁰⁰-9¹⁵ **Wystąpienie Rektora PŁ, prof. dr hab. inż. Krzysztofa Józwicka**
- 9¹⁵-10⁰⁰ **Leszek A. Dobrzański**
Czy bez materiałów, model Przemysłu 4.0 trafia w sedno, czy też nie?
- 10⁰⁰-10²⁰ **Jarosław Mizera**
Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych w wyniku dużego odkształcenia plastycznego
- 10²⁰-10⁴⁰ **Michał Kulka**
Laserowa modyfikacja warstwy azotowanej
-
- 10⁴⁰-11²⁰ **Przerwa na kawę**
-

Sesja Plenarna 2 (sala nr1)

Przewodniczący sesji: *Leszek A. Dobrzański, Jarosław Mizera*

- 11²⁰-11⁴⁰ **Tadeusz Frączek, Jerzy Michalski, Agata Dudek, Magdalena Kowalewska, Justyna Owczarek**
Przemiany fazowe azotków żelaza podczas wyżarzania w atmosferze azotu i wodoru
- 11⁴⁰-12⁰⁰ **Marek Stanisław Węglowski, Piotr Śliwiński, Jerzy Dworak, Sebastian Stano, Wojciech Oborski, Mariusz Welcel, Tomasz Tański, Marcin Staszuk, Andrzej Norbert Wieczorek**
Hartowanie powierzchniowe stali 35HGS
- 12⁰⁰-12²⁰ **Dominika Zakrzewska, Alicja Krella**
Badania odporności kawitacyjnej austenitycznej stali nierdzewnej 1.4301
- 12²⁰-12⁴⁰ **Marta Buszko, Alicja Krella**
Degradacja austenitycznej stali nierdzewnej AISI 304 spowodowana erozją cząstkami stałymi w środowisku wodnym
- 12⁴⁰-13⁰⁰ **Olha Dvirna, Agata Wieczorska, Norbert Abramczyk, Anna Lesnau**
Proces obróbki powierzchni pospawalniczych z wykorzystaniem innowacyjnego narzędzia skrawającego
-
- 13⁰⁰-14³⁰ **Obiad**
-

Sesja Plenarna 3 (sala nr1)

Przewodniczący sesji: **Agnieszka Kopia, Łukasz Kaczmarek**

- 15⁰⁰-15²⁰ **Rafał Babilas, Katarzyna Młynarek-Żak**
Kwazikrystaliczne stopy Al-Ni-Fe o podwyższonej odporności korozyjnej wytwarzane metodą szybkiego krzepnięcia
- 15²⁰-15⁴⁰ **Joanna Korzekwa**
Modification of the structure and properties of oxide layers on aluminum alloys
- 15⁴⁰-16⁰⁰ **Aleksandra Węglowska, Jolanta Matusiak, Jacek Pietrzak**
Struktura i własności mechaniczne złączy ze stopów aluminium o wysokiej zawartości miedzi AlMgSi(Cu), zgrzewanych metodą FSW
- 16⁰⁰-16²⁰ **Agnieszka Kochmańska, Paweł Kochmański**
Cykliczne utlenianie warstw krzemkowo-aluminiidkowych wytworzonych na stopie TiAl6V4 metodą zawieszinową
-
- 16²⁰-16⁴⁰ ***Przerwa na kawę***
-

Sesja Plenarna 4 (sala nr1)

Przewodniczący sesji: **Agata Dudek, Jacek Sawicki**

- 16⁴⁰-17⁰⁰ **Katarzyna Mydlowska, Jerzy Ratajski, Łukasz Szparaga, Łukasz Kołodziejczyk**
Symulacje numeryczne wpływu profilu zmian właściwości mechanicznych w warstwie azotowanej na stan naprężeń i odkształceń układów substrat/powłoka PVD inicjowanych obciążeniami kontaktowymi
- 17⁰⁰-17²⁰ **Grzegorz Moskal**
Prognozowanie właściwości izolacyjnych powłokowych barier cieplnych z wykorzystaniem wyników symulacji DFT
- 17²⁰-17⁴⁰ **Łukasz Szparaga, Jerzy Ratajski, Katarzyna Mydlowska, Łukasz Kołodziejczyk**
Optymalizacja wielokryterialna gradientowych powłok ZrC
- 17⁴⁰-18⁰⁰ **Sebastian Lipa, Jacek Sawicki, Bogdan Walkowiak**
Sposób modelowania kości udowej w celu oznaczenia obciążeń w spersonalizowanym implancie ortopedycznym dla osób po amputacji kończyn dolnych
-
- 19⁰⁰-00⁰⁰ ***Kolacja***
-

Wtorek 22-11-2022

Sesja Plenarna 5a (sala nr1)

Przewodniczący sesji: *Agnieszka Twardowska, Grzegorz Moskal*

-
- 15⁰⁰-15²⁰ **Barbara Kozub, Beata Figiela, Kinga Korniejenko**
Badanie spienianych kompozytów geopolimerowych na bazie popiołu lotnego z dodatkiem floku bawełnianego
- 15²⁰-15⁴⁰ **Kinga Korniejenko, Kinga Pławecka, Alperen Bulut, Baran Şahin, Göksu Azizağaoğlu, Beata Figiela**
Charakterystyka lekkich kompozytów geopolimerowych z dodatkiem perlitu i wermikulitu
- 15⁴⁰-16⁰⁰ **Beata Figiela, Agnieszka Bak, Marek Hebda, Kinga Korniejenko**
Właściwości mechaniczne i termoizolacyjne spienionych geopolimerów na bazie odpadów kopalnianych wzmacnianych włóknem konopnym
- 16⁰⁰-16²⁰ **Anna Sobczyk-Guzenda, Patrycja Szczepańska, Anna Laska-Lesniewicz, Maciej Czernik, Marta Kamińska, Hieronim Szymanowski**
Polimerowe cementy kostne modyfikowane bioaktywną ceramiką fosforanową
- 16²⁰-16⁴⁰ **Małgorzata Latos-Brózio, Anna Masek**
Materiały polimerowe zawierające substancje pochodzenia roślinnego
-
- 16⁴⁰-17⁰⁰ *Przerwa na kawę*
-
- 17⁰⁰-17³⁰ **Prezentacja oferty firm partnerskich (sala nr1)**
-
- 16⁴⁰-17¹⁰ **Spotkanie Członków Komitetu Naukowego Konferencji (sala nr2)**
-

Sesja Plakatowa (sala nr1)

- 17³⁰-19⁰⁰ Przewodniczący sesji/Komisja nagród: **Alicja Krella, Anna Sypień, Zbigniew Gawroński**
-
- 20⁰⁰-00⁰⁰ *Kolacja w stylu PRL*
-

Sesja Plenarna 5b (sala nr5)

Przewodniczący sesji: ***Eulalia Gliścińska, Jerzy Ratajski***

- 15⁰⁰-15²⁰ **Agnieszka Kalamaga, Rafał Wróbel**
Wpływ soli utleniających na strukturę porowatą materiałów węglowych otrzymanych z alkoholu furfurylowego
- 15²⁰-15⁴⁰ **Izabella Krucińska, Adam Puszkarz, Wiesława Urbaniak-Domagala, Michał Puchalski, Paulina Dmowska-Jasek, Marcin Łandwajt**
Zastosowanie techniki odwróconej chromatografii gazowej do weryfikacji skuteczności obróbki plazmowej przy jednoetapowej produkcji kompozytów hybrydowych p-aramid/ UHMWPE
- 15⁴⁰-16⁰⁰ **Ewelina Pabjańczyk-Wlazło, Anna Bednarowicz, Nina Tarzyńska, Adam K. Puszkarz, Michał Puchalski, Grzegorz Szparaga**
Modyfikacja powierzchni pianek na bazie biopolimerów do potencjalnego zastosowania w inżynierii tkankowej
- 16⁰⁰-16²⁰ **Łukasz Kaczmarek, Eulalia Gliścińska, Sławomir Sztajnowski, Michał Puchalski, Zbigniew Draczyński, Grzegorz Szparaga, Izabella Krucińska**
Analiza procesu sieciowania wybranych żywic epoksydowych pod kątem maksymalizacji przewidywanej ich wytrzymałości
- 16²⁰-16⁴⁰ **Józef Haponiuk, Krzysztof Formela, Łukasz Zedler, Mohammad Reza Saeb, Paulina Wisniewska, Agnieszka Susik**
Funkcjonalizowanie rozdrobnionych odpadów gumowych w technologiach otrzymywania nowych materiałów
-
- 16⁴⁰-17⁰⁰ ***Przerwa na kawę***
-
- 17⁰⁰-17³⁰ **Prezentacja oferty firm partnerskich (sala nr1)**
-
- 16⁴⁰-17¹⁰ **Spotkanie Członków Komitetu Naukowego Konferencji (sala nr2)**
-
- Sesja Plakatowa (sala nr1)**
- 17³⁰-19⁰⁰ Przewodniczący sesji/Komisja nagród: **Alicja Krella, Anna Sypień, Zbigniew Gawroński**
-
- 20⁰⁰-00⁰⁰ ***Kolacja w stylu PRL***
-

Środa 23-11-2022

Sesja Plenarna 6a (sala nr1)

Przewodniczący sesji: *Kinga Bociąg, Tadeusz Frączek*

- 9⁰⁰-9²⁰ **Dariusz Mierzwiński**
Zastosowanie układu pomiarowego na bazie termistora do oceny czasu wiązania materiałów aktywowanych alkalicznie
- 9²⁰-9⁴⁰ **Michał Łach, Kinga Plawecka, Maria Hebdowska-Krupa**
Badania diatomitu pochodzącego z polskich złóż pod kątem jego różnorodnych możliwości zastosowania
- 9⁴⁰-10⁰⁰ **Marek Nykiel, Michał Łach**
Analiza termiczna diatomitu pochodzącego z Polskich złóż w Jaworniku Ruskim
- 10⁰⁰-10²⁰ **Grzegorz Romaniak, Konrad Dybowski, Piotr Kula, Radomir Atraszkiewicz, Łukasz Kołodziejczyk, Bartłomiej Januszewicz, Anna Sobczyk-Guzenda, Anna Jędrzejczak, Paulina Kowalczyk, Tomasz Kaźmierczak, Jan Siniarski, Łukasz Kaczmarek**
Nanomateriały grafenowe przeznaczone do oczyszczania wody
-
- 10²⁰-10⁴⁰ ***Przerwa na kawę***
-
- 10⁴⁰-11⁰⁰ **Magdalena Jakubowska, Anna Sypień, Robert Chulist**
Charakterystyka mikrostruktury oraz składu fazowego stali żarowytrzymałej pracującej w cyklach obciążeniowych w warunkach podwyższonej temperatury i ciśnienia
- 11⁰⁰-11²⁰ **Emila Brancewicz-Steinmetz, Renato David Valverde Vergara, Victoria Helena Buzalski, Paulina Byczkowska, Jacek Sawicki**
Influence of post-printing processing on adhesion between PLA and TPU printed in FDM technology
-
- 11²⁰-11³⁰ **Zakończenie Konferencji (sala nr1)**
-

Sesja Plenarna 6b (sala nr5)

Przewodniczący sesji: *Emilia Korecka-Wołowiec, Jerzy Michalski*

- 9⁰⁰-9²⁰ **Agnieszka Twardowska**
Temperatura i składowe siły skrawania a mechanizmy zużycia frezów ze stali M2 pokrytych wielowarstwową powłoką (TiB/TiSiC)x3
- 9²⁰-9⁴⁰ **Piotr Rychtowski, Paula Felczak, Beata Tryba**
Otrzymywanie TiO₂ domieszkowanego miedzią do fotokatalitycznej dezynfekcji wody
- 9⁴⁰-10⁰⁰ **Sebastian Miszczak, Bożena Pietrzyk**
Charakterystyka niskotarciowych powłok Al₂O₃ z dodatkiem grafenu
- 10⁰⁰-10²⁰ **Anna Jędrzejczak, Adrianna Borowska, Natalia Plusa**
Modyfikacja w plazmie SF₆ powierzchni stopu tytanu Ti6Al7Nb i wpływ jej parametrów na wybrane właściwości
-
- 10²⁰-10⁴⁰ **Przerwa na kawę**
-
- 10⁴⁰-11⁰⁰ **Katarzyna Mydlowska, Jerzy Ratajski, Łukasz Szparaga, Łukasz Kołodziejczyk**
Wpływ profilu zmian właściwości mechanicznych w warstwie azotowanej na właściwości przeciwzużyciowe układu substrat/powłoka PVD
- 11⁰⁰-11²⁰ **Łukasz Cieniek**
Gazoczułe cienkie warstwy perowskitowe La(Sr)CoO₃, La(Sr)FeO₃ wytwarzane techniką PLD - analiza ich struktury oraz wybranych własności mechanicznych i katalitycznych
-
- 11²⁰-11³⁰ **Zakończenie Konferencji (sala nr1)**
-

Sesja Plakatowa (sala nr1)

PS-1

Sylwia Staroń, Beata Dubiel

Ilościowa charakterystyka wydzielen w wytwarzanym przyrostowo nadstopie niklu Inconel 625 po długotrwałym procesie pelzania z zastosowaniem metod analizy obrazu

PS-2

Angelika Plota, Anna Masek

Analiza procesu starzenia klimatycznego materiałów poliolefinowych stabilizowanych naturalnymi substancjami

PS-3

Zbigniew Skuza, Tadeusz Frączek, Jerzy Michalski, Rafał Prusak

Anodowe azotowanie jonowe

PS-4

Patryk Krawulski, Tomasz Dyl

Wpływ założeń druku 3D oraz warunków obróbki CNC na parametry wytrzymałościowe wybranego materiału PET

PS-5

Tomasz Dyl, Sebastian Drowing, Norbert Abramczyk, Daria Żuk

Wykorzystanie statystycznych metod obliczeniowych w analizie parametrów wytrzymałościowych kompozytów warstwowych epoksydowo-szklanych modyfikowanych dodatkiem recyklatu gumowego

PS-6

Tomasz Dyl, Katarzyna Panasiuk, Norbert Abramczyk, Daria Żuk

Wpływ rodzaju rozkładu warstwowego recyklatu gumowego jako dodatku modyfikującego właściwości mechaniczne kompozytów epoksydowo-szklanych

PS-7

Emila Brancewicz-Steinmetz, Jacek Sawicki

Wpływ rozwinięcia powierzchni otrzymanych technologią druku 3D na adhezję pomiędzy polilaktydem (PLA) i termoplastycznym poliuretanem (TPU)

PS-8

Wojciech Stachurski, Jacek Sawicki, Piotr Zgórniak, Bartłomiej Januszewicz, Emilia Wołowicz-Korecka

Wpływ warunków chłodzenia na parametry geometryczne uzębienia kół zębatych poddanych nawęglaniu próżniowemu

PS-9

Agnieszka Kowalczyk, Klaudia Anuszevska, Donata Kuczyńska-Zemła, Agata Sotniczuk, Halina Garbacz

Hybrydowe obróbki powierzchniowe tytanu Ti Grade 2 i stopu TNTZ do zastosowań biomedycznych

PS-10

Agnieszka Bigos, Izabella Kwiecień, Marta Janusz-Skuza, Maciej Szczerba, Monika Bugajska, Anna Wierzbicka-Miernik, Marcin Dyner, Andrzej Misztela, Joanna Wojewoda-Budka

Antypatogenne powłoki miedziane – proces elektroosadzania oraz analiza mikrostruktury i właściwości

PS-11

Agata Wieczorska

Analiza procesu kwalifikacji technologii spawania stali konstrukcyjnej S355JR przy wykorzystaniu metody spawania łukiem krytym

PS-12

Natalia Łukaszewicz, Jakub Bielecki, Mateusz Kobus, Kamil Kowalski

Effects of indium on the properties of Mg-Zn based alloy

PS-13

Michał Krasowski, Sandra Ciesielska, Kinga Bociong

Wpływ proporcji UDMA/bis-GMA na właściwości mechaniczne oraz naprężenia skurczowe światłoutwardzalnego kompozytu zawierającego wysokocząsteczkowy etoksylogowany dimetakrylanu bisfenolu A

PS-14

Małgorzata Suwalska, Bartłomiej Januszewicz, Adam Puszkarcz, Anna Sobczyk-Guzenda

Wpływ zmiennych parametrów procesu wytwarzania rusztowań na bazie polilaktydu na wybrane właściwości użytkowe

PS-15

Sylwester Pawęta, Paulina Byczkowska, Joanna Taczala-Warga, Monika Gałęzewska, Bartłomiej Szternal, Przemysław Pawęta, Adam Rewers, Mateusz Stajuda

Ferrytyczne azotonawęglanie niskociśnieniowe w uniwersalnych piecach próżniowych

PS-16

Monika Spyrka

Opracowanie technologii otrzymywania nowego kompozytu ceramicznego na bazie sferycznego Al₂O₃ do pracy w wysokich temperaturach

PS-17

Paulina Kowalczyk, Konrad Dybowski, Bartłomiej Januszewicz, Marcin Makówka

Wpływ aluminiowania na zawartość austenitu szczątkowego i wartość naprężeń w hybrydowym procesie nawęglania niskociśnieniowego z metalizacją

PS-18

Anna Jędrzejczak, Marcin Makówka, Andrzej Nosal, Mateusz Paluch

Badania wpływu topografii i składu chemicznego powierzchni stopu Ti6Al7Nb trawionej w plazmie fluorowej na jej właściwości tribologiczne

PS-19

Anna Jędrzejczak, Mateusz Paluch, Andrzej Nosal, Marcin Makówka

Właściwości tribologiczne powierzchni stopu tytanu Ti6Al7Nb trawionego w plazmie SF₆

PS-20

Paweł Kochmański, Jolanta Baranowska, Renata Chylińska, Paweł Figiel, Sebastian Fryska, Agnieszka Elżbieta Kochmańska, Magdalena Kwiatkowska, Konrad Kwiatkowski, Agata Niemczyk, Justyna Słowik, Wojciech Maziarz, Łukasz Rogal

Mikrostruktura i właściwości azotowanej gazowo stali 40CrMnNiMo8-6-4

PS-21

Katarzyna Panasiuk, Norbert Abramczyk, Daria Żuk, Sebastian Drowing

Analiza parametrów wytrzymałościowych kompozytów poliestrowo szklanych modyfikowanych napelnicząc aluminiowym z wykorzystaniem badań statystycznych

PS-22

Dorota Rylska, Grzegorz Sokolowski, Krzysztof Sokolowski

Ocena wpływu procesów modelujących napalanie ceramiki dentystycznej na wybrane własności odlewanych tworzyw metalicznych z grupy stopów niklowo-chromowych

PS-23

Grzegorz Sokolowski, Agata Szczesio-Włodarczyk, Jerzy Sokolowski, Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik, Dorota Rylska

Ocena wpływu trawienia ceramiki cyrkonowej oraz primerów na wytrzymałość jej połączenia z cementem żywicznym

PS-24

Kinga Regulska, Bartłomiej Januszewicz, Leszek Klimek, Anna Jędrzejczak

Wpływ nieinwazyjnych metod obróbki tlenku cyrkonu na jego przemianę fazową

PS-25

Emila Brancewicz-Steinmetz, Paulina Byczkowska, Sarah Geyskens, Mootaz Ben Zinouba, Sebastian Lipa, Jacek Sawicki

Właściwości mechaniczne struktur wielomateriałowych Schwarz Primitive wytwarzanych metodą druku 3D z PLA i TPU

PS-26

Agnieszka Tomaszewska, Milena Kierat, Maciej Liśkiewicz

Wykorzystanie map struktury do identyfikacji składników fazowych w stopach bezwolframowych typu Co-(Ni)-Al-Mo-Nb

SPIS ARTYKUŁÓW

- SK-1
Aleksandra Węglowska, Jolanta Matusiak, Jacek Pietrzak
Struktura i własności mechaniczne złączy ze stopów aluminium o wysokiej zawartości miedzi AlMgSi(Cu), zgrzewanych metodą FSW
- SK-2
Agnieszka Kalamaga, Rafał Wróbel
Wpływ soli utleniających na strukturę porowatą materiałów węglowych otrzymanych z alkoholu furfurylowego
- SK-3
Sebastian Lipa, Leszek Klimek, Radomir Atraszkiewicz
Wpływ obróbki powierzchni stali na kąt zwilżania powierzchni i swobodną energię powierzchniową
- SK-4
Dominika Zakrzewska, Alicja Krella
Badania odporności kawitacyjnej austenitycznej stali nierdzewnej 1.4301
- SK-5
Sylwia Staroń, Beata Dubiel
Ilościowa charakterystyka wydzieleni w wytwarzanym przyrostowo nadstopie niklu Inconel 625 po długotrwałym procesie pełzania z zastosowaniem metod analizy obrazu
- SK-6
Michał Łach, Kinga Pławecka, Maria Hebdowska-Krupa
Badania diatomitu pochodzącego z polskich złóż pod kątem jego różnorodnych możliwości zastosowania
- SK-7
Piotr Rychtowski, Paula Felczak, Beata Tryba
Otrzymywanie TiO_2 domieszkowanego miedzią do fotokatalitycznej dezynfekcji wody
- SK-8
Kinga Korniejenko, Kinga Pławecka, Alperen Bulut, Baran Şahin, Göksu Azizağaoğlu, Beata Figiela
Charakterystyka lekkich kompozytów geopolimerowych z dodatkiem perlitu i wermikulitu
- SK-9
Barbara Kozub, Beata Figiela, Kinga Korniejenko
Badanie spienianych kompozytów geopolimerowych na bazie popiołu lotnego z dodatkiem floku bawełnianego
- SK-10
Tadeusz Frączek, Jerzy Michalski, Agata Dudek, Magdalena Kowalewska, Justyna Owczarek
Przemiany fazowe azotków żelaza podczas wyżarzania a atmosferze azotu i wodoru
- SK-11
Dariusz Mierzwiński
Zastosowanie układu pomiarowego na bazie termistora do oceny czasu wiązania materiałów aktywowanych alkalicznie

SK-12

Angelika Plota, Anna Masek

Analiza procesu starzenia klimatycznego materiałów poliolefinowych stabilizowanych naturalnymi substancjami

SK-13

Marek Nykiel, Michał Łach

Analiza termiczna diatomitu pochodzącego z polskich złóż w Jaworniku Ruskim

SK-14

Zbigniew Skuza, Tadeusz Frączek, Jerzy Michalski, Rafał Prusak

Anodowe azotowanie jonowe

SK-15

Małgorzata Latos-Brózio, Anna Masek

Materiały polimerowe zawierające substancje pochodzenia roślinnego

SK-16

Kinga Regulska, Bartłomiej Januszewicz, Leszek Klimek, Anna Jędrzejczak

Wpływ nieinwazyjnych metod obróbki tlenku cyrkonu na jego przemianę fazową

SK-17

Joanna Korzekwa

Modification of the structure and properties of oxide layers on aluminium alloys

SK-18

Patryk Krawulski, Tomasz Dyl

Wpływ założeń druku 3D oraz warunków obróbki CNC na parametry wytrzymałościowe wybranego materiału PET

SK-19

Grzegorz Moskal

Prognozowanie właściwości izolacyjnych powłokowych barier cieplnych z wykorzystaniem wyników symulacji DFT

SK-20

Tomasz Dyl, Sebastian Drewing, Norbert Abramczyk, Daria Żuk

Wykorzystanie statystycznych metod obliczeniowych w analizie parametrów wytrzymałościowych kompozytów warstwowych epoksydowo-szklanych modyfikowanych dodatkiem recyklatu gumowego

SK-21

Tomasz Dyl, Katarzyna Panasiuk, Norbert Abramczyk, Daria Żuk

Wpływ rodzaju rozkładu warstwowego recyklatu gumowego jako dodatku modyfikującego właściwości mechaniczne kompozytów epoksydowo-szklanych

SK-22

Rafał Babilas, Katarzyna Młynarek-Żak

Kwazikrystaliczne stopy Al-Ni-Fe o podwyższonej odporności korozyjnej wytwarzane metodą szybkiego krzepnięcia

SK-23

Agnieszka Kochmańska, Paweł Kochmański

Cykliczne utlenianie warstw krzemkowo-aluminiokowych utworzonych na stopie TiAl6V4 metodą zawieszinową

SK-24

Anna Sobczyk-Guzenda, Patrycja Szczepańska, Anna Laska-Lesniewicz, Maciej Czernik, Marta Kamińska, Hieronim Szymanowski

Polimerowe cementy kostne modyfikowane bioaktywną ceramiką fosforanową

SK-25

Beata Figiela, Agnieszka Bąk, Marek Hebda, Kinga Korniejenko
Właściwości mechaniczne i termoizolacyjne spienionych geopolimerów na bazie odpadów kopalnianych wzmacnianych włóknem konopnym

SK-26

Sebastian Miszczak, Bożena Pietrzyk
Charakterystyka niskotarciovych powłok Al₂O₃ z dodatkiem grafenu

SK-27

Emila Brancewicz-Steinmetz, Renato David Valverde Vergara, Victoria Helena Buzalski, Paulina Byczkowska, Jacek Sawicki
Influence of post-printing processing on adhesion between PLA and TPU printed in FDM technology

SK-28

Łukasz Szparaga, Jerzy Ratajski, Katarzyna Mydlowska, Łukasz Kołodziejczyk
Optymalizacja wielokryterialna gradientowych powłok ZrC

SK-29

Katarzyna Mydlowska, Jerzy Ratajski, Łukasz Szparaga, Łukasz Kołodziejczyk
Wpływ profilu zmian właściwości mechanicznych w warstwie azotowanej na właściwości przeciuzużyciowe układu substrat/powłoka PVD

SK-30

Katarzyna Mydlowska, Jerzy Ratajski, Łukasz Szparaga, Łukasz Kołodziejczyk
Symulacje numeryczne wpływu profilu zmian właściwości mechanicznych w warstwie azotowanej na stan naprężeń i odkształceń układów substrat/powłoka PVD inicjowanych obciążeniami kontaktowymi

SK-31

Emila Brancewicz-Steinmetz, Jacek Sawicki
Wpływ rozwinięcia powierzchni otrzymywanych technologią druku 3D na adhezję pomiędzy polilaktydem (PLA) i termoplastycznym poliuretanem (TPU)

SK-32

Wojciech Stachurski, Jacek Sawicki, Piotr Zgórniak, Bartłomiej Januszewicz, Emilia Wołowicz-Korecka
Wpływ warunków chłodzenia na parametry geometryczne uzębienia kół zębatych poddanych nawęglaniu próżniowemu

SK-33

Marek Stanisław Węglowski, Piotr Śliwiński, Jerzy Dworak, Sebastian Stano, Wojciech Oborski, Mariusz Welcel, Tomasz Tański, Marcin Staszuk, Andrzej Norbert Wieczorek
Hartowanie powierzchniowe stali 35HGS

SK-34

Agnieszka Kowalczyk, Klaudia Anuszevska, Donata Kuczyńska-Zemla, Agata Sotniczuk, Halina Garbacz
Hybrydowe obróbki powierzchniowe tytanu Ti Grade 2 i stopu TNTZ do zastosowań biomedycznych

SK-35

Ewelina Pabjańczyk-Wlazło, Anna Bednarowicz, Nina Tarzyńska, Adam K. Puszkarcz, Michał Puchalski, Grzegorz Szparaga
Modyfikacja powierzchni pianek na bazie biopolimerów do potencjalnego zastosowania w inżynierii karkowej

SK-36

Agnieszka Bigos, Izabella Kwiecień, Marta Janusz-Skuza, Maciej Szczerba, Monika Bugajska, Anna Wierzbicka-Miernik, Marcin Dynier, Andrzej Misztela, Joanna Wojewoda-Budka

Antypatogenne powłoki miedziane – proces elektroosadzania oraz analiza mikrostruktury i właściwości

SK-37

Agata Wieczorska

Analiza procesu kwalifikacji technologii spawania stali konstrukcyjnej S355JR przy wykorzystaniu metody spawania łukiem krytym

SK-38

Józef Haponiuk, Krzysztof Formela, Łukasz Zedler, Mohammad Reza Saeb, Paulina Wisniewska, Agnieszka Susik

Funkcjonalizowanie rozdrobnionych odpadów gumowych w technologiach otrzymywania nowych materiałów

SK-39

Natalia Łukaszewicz, Jakub Bielecki, Mateusz Kobus, Kamil Kowalski

Effects of indium on the properties of Mg-Zn based alloy

SK-40

Sebastian Lipa, Jacek Sawicki, Bogdan Walkowiak

Sposób modelowania kości udowej w celu oznaczenia obciążeń w spersonalizowanym implancie ortopedycznym dla osób po amputacji kończyn dolnych

SK-41

Izabella Krucińska, Adam Puszkarz, Wiesława Urbaniak-Domagala, Michał Puchalski, Paulina Dmowska-Jasek, Marcin Łandwajt

Zastosowanie techniki odwróconej chromatografii gazowej do weryfikacji skuteczności obróbki plazmowej przy jednoetapowej produkcji kompozytów hybrydowych P-ARAMID/ UHMWPE

SK-42

Michał Krasowski, Sandra Ciesielska, Kinga Bociong

Wpływ proporcji UDMA/BIS-GMA na właściwości mechaniczne oraz naprężenia skurczowe światłoutwardzalnego kompozytu zawierającego wysokocząsteczkowy etoksylogowany dimetakrylan bisfenolu A

SK-43

Małgorzata Suwalska, Bartłomiej Januszewicz, Adam Puszkarz, Anna Sobczyk-Guzenda

Wpływ zmiennych parametrów procesu wytwarzania rusztowań na bazie polilaktydu na wybrane właściwości użytkowe

SK-44

Grzegorz Romaniak, Konrad Dybowski, Piotr Kula, Radomir Atraszkiewicz, Łukasz Kołodziejczyk, Bartłomiej Januszewicz, Anna Sobczyk-Guzenda, Anna Jędrzejczak, Paulina Kowalczyk, Tomasz Kaźmierczak, Jan Siniarski, Łukasz Kaczmarek

Nanomateriały grafenowe przeznaczone do oczyszczania wody

SK-45

Łukasz Cieniek

Gazoczułe cienkie warstwy perowskitowe $La(Sr)CoO_3$, $La(Sr)FeO_3$ wytwarzane techniką PLD – analiza ich struktury oraz wybranych właściwości mechanicznych i katalitycznych

SK-46

Łukasz Kaczmarek, Eulalia Gliścińska, Sławomir Sztajnowski, Michał Puchalski, Zbigniew Draczyński, Grzegorz Szparaga, Izabella Krucińska
Analiza procesu sieciowania wybranych żywic epoksydowych pod kątem maksymalizacji przewidywanej ich wytrzymałości

SK-47

Sylwester Pawęta, Paulina Byczkowska, Joanna Taczała-Warga, Monika Gałęziewska, Bartłomiej Szternal, Przemysław Pawęta, Adam Rewers, Mateusz Stajuda
Ferrytyczne azotonawęglanie niskociśnieniowe w uniwersalnych piecach próżniowych

SK-48

Olha Dvirna, Agata Wieczorska, Norbert Abramczyk, Anna Lesnau
Proces obróbki powierzchni pospawalniczych z wykorzystaniem innowacyjnego narzędzia skrawającego

SK-49

Monika Spyrka
Opracowanie technologii otrzymywania nowego kompozytu ceramicznego na bazie sferycznego Al₂O₃ do pracy w wysokich temperaturach

SK-50

Paulina Kowalczyk, Konrad Dybowski, Bartłomiej Januszewicz, Marcin Makówka
Wpływ aluminiowania na zawartość austenitu szczątkowego i wartość naprężeń w hybrydowym procesie nawęglania niskociśnieniowego z metalizacją

SK-51

Anna Jędrzejczak, Adrianna Borowska, Natalia Plusa
Modyfikacja w plazmie SF₆ powierzchni stopu tytanu Ti6Al7Nb i wpływ jej parametrów na wybrane właściwości

SK-52

Anna Jędrzejczak, Marcin Makówka, Andrzej Nosal, Mateusz Paluch
Badania wpływu topografii i składu chemicznego powierzchni stopu Ti6Al7Nb trawionej w plazmie fluorowej na jej właściwości tribologiczne

SK-53

Anna Jędrzejczak, Mateusz Paluch, Andrzej Nosal, Marcin Makówka
Właściwości tribologiczne powierzchni stopu tytanu Ti6Al7Nb trawionej w plazmie SF₆

SK-54

Agnieszka Twardowska
Temperatura i składowe siły skrawania a mechanizmy zużycia frezów ze stali M2 pokrytych wielowarstwową powłoką (TiB/TiSiC)_{x3}

SK-55

Paweł Kochmański, Jolanta Baranowska, Renata Chylińska, Paweł Figiel, Sebastian Fryska, Agnieszka Elżbieta Kochmańska, Magdalena Kwiatkowska, Konrad Kwiatkowski, Agata Niemczyk, Justyna Słowik, Wojciech Maziarz, Łukasz Rogal
Mikrostruktura i właściwości azotowanej gazowo stali 40CrMnNiMo8-6-4

SK-56

Katarzyna Panasiuk, Norbert Abramczyk, Daria Żuk, Sebastian Drowing
Analiza parametrów wytrzymałościowych kompozytów poliestrowo-szklanych modyfikowanych napełniaczem aluminiowym z wykorzystaniem badań statystycznych

SK-57

Magdalena Jakubowska, Anna Sypień, Robert Chulist

Charakterystyka mikrostruktury oraz składu fazowego stali żarowytrzymałej pracującej w cyklach obciążeniowych w warunkach podwyższonej temperatury i ciśnienia

SK-58

Dorota Rylska, Grzegorz Sokolowski, Krzysztof Sokolowski

Ocena wpływu procesów modelujących napalanie ceramiki dentystycznej na wybrane własności odlewniczych tworzyw metalicznych z grupy stopów niklowo-chromowych

SK-59

Grzegorz Sokolowski, Agata Szczesio-Włodarczyk, Jerzy Sokolowski, Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik, Dorota Rylska

Ocena wpływu trawienia ceramiki cyrkonowej oraz prIMERów na wytrzymałość jej połączenia z cementem żywicznym

SK-60

Emila Brancewicz-Steinmetz, Paulina Byczkowska, Sarah Geyskens, Mootaz Ben Zinouba, Sebastian Lipa, Jacek Sawicki

Właściwości mechaniczne struktur wielomateriałowych Schwarz Primitive wytwarzanych metodą druku 3D z PLA i TPU

SK-61

Agnieszka Tomaszewska, Milena Kierat, Maciej Liśkiewicz

Wykorzystanie map struktury do identyfikacji składników fazowych w stopach bezwolframowych typu Co-(Ni)-Al-Mo-Nb

STRESZCZENIA

SK-1

Aleksandra Węglowska¹, Jolanta Matusiak¹, Jacek Pietrzak¹

Aleksandra Węglowska (aleksandra.weglowaska@is.lukasiewicz.gov.pl)

¹ Łukasiewicz – Instytut Spawalnictwa

STRUKTURA I WŁASNOŚCI MECHANICZNE ZŁĄCZY ZE STOPÓW ALUMINIUM O WYSOKIEJ ZAWARTOŚCI MIEDZI AlMgSi(Cu), ZGRZEWANYCH METODĄ FSW

W artykule przedstawiono wyniki badań zgrzewania tarcowego metodą FSW eksperymentalnych stopów aluminium o wysokiej zawartości miedzi AlMgSi(Cu). Blachy o grubości 5 mm były zgrzewane doczołowo narzędziem z tzw. trzpieniem stożkowym, przy wybranych parametrach zgrzewania: prędkości obrotowej narzędzia i prędkości liniowej zgrzewania. Jakość złączy oceniono na podstawie badań wizualnych, wytrzymałościowych oraz na podstawie analizy budowy strukturalnej zgrzein i badania twardości. Obserwacje mikrostruktury przeprowadzone z wykorzystaniem mikroskopii świetlnej ujawniły zróżnicowanie wielkości ziarna w poszczególnych strefach zgrzeiny. Wyniki badań twardości wykazały typowy dla złączy zgrzewanych metodą FSW wzrost twardości, obejmujący strefę wpływu ciepła SWC, strefę odkształconą cieplno-mechanicznie oraz jądro zgrzeiny. Na podstawie wyników badań wytrzymałości w statycznej próbie rozciągania oceniono, iż złącza z eksperymentalnych stopów aluminium uzyskały ponad 80% Rm MR. Wyniki badań wytrzymałości na zginanie wskazują, iż ponad 80% złączy zgrzewanych osiągnęło wymagany normą kąt gięcia.

Słowa kluczowe: zgrzewanie tarcowe, zgrzewanie FSW, stopy aluminium, mikrostruktura, wytrzymałość na rozciąganie, wytrzymałość na zginanie, twardość

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-2

Agnieszka Kalamaga¹, Rafał Wróbel¹

Agnieszka Kalamaga (agnieszka.kalamaga@zut.edu.pl)

¹ Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Katedra Inżynierii Materiałów Katalitycznych i Sorpcyjnych, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie**WPLYW SOLI UTLENIAJĄCYCH NA STRUKTURĘ POROWATĄ
MATERIAŁÓW WĘGLOWYCH OTRZYMANÝCH Z ALKOHOLU
FURFURYLOWEGO**

Celem badań jest zbadanie wpływu soli utleniających: azotanu(V) amonu oraz chloranu(VII) amonu na rozwój struktury porowatej materiałów węglowych. Jako prekursor do syntezy węgla aktywnych wykorzystano alkohol furfurylowy, który zapewnił otrzymanie materiału niezawierającego w składzie chemicznym popiołu w postaci SiO₂ czy tlenków metali. Sole utleniające zostały wprowadzone do alkoholu furfurylowego podczas etapu polimeryzacji. W dalszej kolejności otrzymany polimer poddano karbonizacji w atmosferze N₂ w 600°C. Następnie przeprowadzono proces aktywacji fizycznej w atmosferze CO₂ w 1000°C. Zmiany w strukturze porowatej otrzymanych materiałów węglowych wyznaczono na podstawie adsorpcji CO₂ w 0°C oraz analizie wolumetrycznej (BET). Spektroskopia fotoelektronów w zakresie promieniowania rentgenowskiego (XPS) potwierdziła ultraczysty skład chemiczny wytworzonych materiałów węglowych. Dodatkowo, na podstawie sygnałów węgla, tlenu oraz azotu wyznaczono grupy funkcyjne występujące na powierzchni badanych materiałów. W celu wyznaczenia rozmiarów krystalitów wykorzystana została dyfrakcja rentgenowska (XRD). Wytworzone węgle aktywne poddano również analizie termogravimetrycznej (TGA). Jako adsorbaty wykorzystano ditlenek węgla oraz etylen. Aktualnie, ze względu na ultraczysty skład chemiczny, materiały węglowe produkowane z alkoholu furfurylowego są powszechnie stosowane w produkcji elektrod węglowych. Innowacyjnym rozwiązaniem jest wykorzystanie tego rodzaju materiałów w procesach adsorpcyjnych w dziedzinach, w których cena materiału jest pomijalna, np. astronautyce.

Słowa kluczowe: materiały węglowe, XPS, domieszkowanie azotem, adsorpcja CO₂, adsorpcja etylenu, elektrody węglowe

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-3

Marta Buszko¹, Alicja Krella¹

Marta Buszko (marta.buszko@imp.gda.pl)

¹ Instytut Maszyn Przepływowych PAN

DEGRADACJA AUSTENITYCZNEJ STALI NIERDZEWNEJ AISI 304 SPOWODOWANA EROZJĄ CZĄSTKAMI STAŁYMI W ŚRODOWISKU WODNYM

Degradacja powierzchni spowodowana oddziaływaniem cząstek stałych (erodentów) zawieszonych w ciekłym medium z erodowaną powierzchnią nazywana jest erozją cząstkami stałymi w środowisku wodnym. Ten rodzaj erozji prowadzi do pojawienia się problemów ekonomicznych w wielu gałęziach przemysłu, takich jak przemysł morski, wydobywanie ropy i gazu oraz górnictwo. Na intensywność niszczenia erozyjnego wpływają warunki przepływu, właściwości erodowanego materiału oraz właściwości cząstek stałych. Badaniom erozyjnym poddano stal austenityczną AISI 304 w stanie dostawy i po obróbce cieplnej polegającej na przesycaniu. Badania zostały przeprowadzone na stanowisku obrotowym typu zbiornik zawieszinowy (ang. *slurry pot*) przy prędkości obrotowej 1012 obr/min (9 m/s) oraz kątach uderzenia 30° i 90°. Jako erodentu użyto kulistych cząstek stałych o średnicy 520 μm, twardości 528 HV i koncentracji 12,5%. Badania wykazały, że stal AISI 304 po obróbce cieplnej uzyskała lepszą odporność na erozję niż w stanie dostawy. W przypadku stali AISI 304 po obróbce cieplnej ubytki masy były od 12% do 50% niższe niż w stanie dostawy w zależności od zastosowanego kąta uderzenia. Wzrost czasu ekspozycji oraz kąta uderzenia doprowadził do wzrostu twardości erodowanych materiałów. Wykazano liniowy spadek szybkości erozji wraz ze wzrostem względnej zmiany wartości twardości ΔHV. Pomiar twardości w głąb erodowanego materiału udowodniły wyższy stopień umocnienia warstwy wierzchniej stali austenitycznej po obróbce cieplnej. Ponadto parametr chropowatości powierzchni Ra był uzależniony od kąta uderzenia i twardości badanej stali.

Słowa kluczowe: erozja cząstkami stałymi, odporność erozyjna, kąt uderzenia, twardość, szybkość erozji

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-4

Dominika Zakrzewska¹, Alicja Krella¹

Dominika Zakrzewska (dzakrzewska@imp.gda.pl)

¹ Instytut Maszyn Przepływowych PAN**BADANIA ODPORNOŚCI KAWITACYJNEJ AUSTENITYCZNEJ STALI
NIERDZEWNEJ 1.4301**

Erozja kawitacyjna jest zjawiskiem powodującym degradację elementów maszyn przepływowych w wyniku powtarzającej się implozji pęcherzyków kawitacyjnych. W pracy zaprezentowano badania odporności kawitacyjnej austenitycznej stali nierdzewnej 1.4301 w tunelu kawitacyjnym przy prędkościach przepływu cieczy 2,30-2,83 m/s. Badania przeprowadzono dla stali w stanie dostawy oraz po przesycaaniu w temp. 1050°C. Zastosowana obróbka cieplna przyczyniła się do zwiększenia odporności kawitacyjnej stali. Zaobserwowano liniową zależność między prędkością przepływu cieczy a szybkością erozji. Pomiarzy parametru Ra chropowatości powierzchni wykazały jego liniowy wzrost wraz z czasem ekspozycji oraz wzrost obszaru erozji wraz ze wzrostem prędkości przepływu. Najwyższą wartość parametru Ra uzyskano dla prędkości przepływu 2,67 m/s, a dalszemu wzrostowi prędkości przepływu towarzyszył spadek chropowatości. Przyczyny upatruje się w nakładaniu się uszkodzeń, które potwierdziły badania mikroskopowe. Pomiarzy twardości w głąb udowodniły wysoką zdolność stali austenitycznej do umacniania powierzchni w wyniku oddziaływania obciążeń kawitacyjnych. Zaobserwowano logarytmiczną zależność między wielkością umocnienia powierzchni a maksymalną wartością parametru Ra po 600 min testów. Na podstawie pomiarów chropowatości zaproponowano wzór umożliwiający oszacowanie wielkości ubytków masy. Obliczone ze wzoru ubytki wykazały różnice do 30% wartości danych doświadczalnych uzyskanych po 480 i 600 min. Po 240 min badań różnica między ubytkami doświadczalnymi a modelowymi wyższa. Przyczyny upatruje się w zmianach powierzchniowych przy niskich ubytkach masy typowych dla wczesnych etapów erozji kawitacyjnej stali austenitycznej. Stwierdzono poprawność zaproponowanego wzoru dla badań kawitacyjnych dłuższych niż 240 min.

Słowa kluczowe: erozja kawitacyjna, odporność kawitacyjna, stal austenityczna

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-5

Sylvia Staroń¹, Beata Dubiel¹

Sylvia Staroń (sstaron@agh.edu.pl)

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

ILOŚCIOWA CHARAKTERYSTYKA WYDZIELEŃ W WYTWARZANYM PRZYROSTOWO NADSTOPIE NIKLU INCONEL 625 PO DŁUGOTRWAŁYM PROCESIE PEŁZANIA Z ZASTOSOWANIEM METOD ANALIZY OBRAZU

Inconel 625 jest nadstopem niklu o wysokiej zawartości chromu, molibdenu i niobu. Charakteryzuje się wysoką wytrzymałością, odpornością na pełzanie, odpornością na korozję w różnych środowiskach oraz dobrą spawalnością. Ze względu na znakomite właściwości stosowany jest w przemyśle energetycznym, lotniczym i motoryzacyjnym. Aby sprostać wymaganiom długotrwałej pracy pod naprężeniem oraz w wysokiej temperaturze, kluczowe znaczenie ma zrozumienie zmian w mikrostrukturze podczas pełzania oraz ich ilościowy opis. Wymaga to wykonania wielu badań eksperymentalnych, które są pracochłonne i kosztochłonne. W niniejszej pracy zaproponowano metodę analizy obrazu i segmentacji obrazów mikrostruktury nadstopu niklu Inconel 625 wytwarzanego metodą selektywnego spajania złoża proszku wiązka lasera (ang. *Laser Powder Bed Fusion*, LPBF) oraz wykonano badania mikrostruktury i zastosowano opracowaną metodę do ilościowej analizy wydzieleni. Analizę mikrostruktury przeprowadzono przy użyciu skaningowej mikroskopii elektronowej. W mikrostrukturze Inconelu 625 po pełzaniu w temperaturze 700 i 800°C wewnątrz ziaren występowały liczne wydzielania fazy δ o kształcie płytkowym, a na granicach ziaren wydzielania faz węglkowych i fazy Lavesa o kształcie globularnym lub nieregularnym. Opracowano metodę analizy wydzieleni, która stanowi znaczne usprawnienie procesu analizy interaktywnej poprzez zastosowanie narzędzi analizy obrazu, a także metod uczenia maszynowego. Opracowano model segmentacji obrazów mikrostruktury nadstopu Inconel 625 po pełzaniu w temperaturze 700 i 800°C i sklasyfikowano wydzielania o różnej morfologii. Wyznaczone zmiany w rozkładzie średnic, liczności względnej i udziale powierzchniowym wydzieleni pozwoliły na ilościowy opis ich ewolucji w warunkach pełzania.

Cześć badań dotycząca ilościowej analizy wydzieleni została sfinansowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie, grant nr. 16.16.110.663 – zadanie 15.

Próby pełzania i badania mikrostruktury zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki, grant nr 2017/27/B/ST8/02244.

Słowa kluczowe: Inconel 625, druk 3D, LPBF, pełzanie, wydzielania, analiza obrazu, ilościowa analiza mikrostruktury

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-6

Michał Łach¹, Kinga Pławecka¹, Maria Hebdowska-Krupa¹

Michał Łach (michal.lach@pk.edu.pl)

¹ Katedra Inżynierii Materiałowej, Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki,
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

**BADANIA DIATOMITU POCHODZĄCEGO Z POLSKICH ŻŁÓŻ POD
KĄTEM JEGO RÓŻNORODNYCH MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA**

Diatomyty to skały powstałe w wyniku przeobrażenia pancerzyków okrzemek. Są to materiały o ciekawych właściwościach i wielu zastosowaniach. W Polsce złoża diatomitu zlokalizowane są na Podkarpaciu, a jedyne czynne złożo znajduje się w Jaworniku Ruskim. W niniejszym artykule przedstawiono krótką charakterystykę tego materiału, a także przedstawiono potencjalne możliwości jego zastosowania. Przedstawiono mikrostrukturę cząstek diatomitu (SEM) oraz jego skład chemiczny (EDS i IXRF). Zaprezentowano wyniki badań rozkładu wielkości cząstek oraz wyniki porozymetrii rtęciowej. Przedstawiono również wyniki związane z kalcynacją tego materiału oraz rezultaty obróbki chemicznej. W wyniku kalcynacji tego materiału uzyskano zwiększenie możliwości sorpcyjnych substancji ropopochodnych o około 30% w stosunku do materiału niekalcynowanego. Materiał ten z powodzeniem może być stosowany między innymi jako dodatek do betonów i spoiw budowlanych, w tym do geopolimerów. Możliwe jest jego granulowanie – w artykule przedstawiono rezultaty testów granulowania.

Słowa kluczowe: diatomit, sorbenty, porowatość, dodatki do betonów, sorpcja substancji ropopochodnych

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-7

Piotr Rychtowski¹, Paula Felczak¹, Beata Tryba¹

Piotr Rychtowski (piotr.rychtowski@zut.edu.pl)

¹ Katedra Inżynierii Materiałów Katalitycznych i Sorpcyjnych, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

OTRZYMYWANIE TiO₂ DOMIESZKOWANEGO MIEDZIĄ DO FOTOKATALITYCZNEJ DEZYNFEKЦИИ WODY

W przedstawionych badaniach otrzymano materiały na bazie TiO₂, które poddano redukcji za pomocą: wodoru, wody amoniakalnej lub gazowego amoniaku w temperaturach od 500 do 700°C. Tak otrzymane materiały zostały przebadane pod kątem właściwości bakterio-bójczych w odniesieniu do bakterii zarówno gram-dodatnich (*Staphylococcus aureus*), jak i gram-ujemnych (*Escherichia coli*). W kolejnym etapie przygotowano TiO₂ domieszko-wanego miedzią, która pochodziła od różnych prekursorów: siarczanu miedzi, octanu miedzi oraz azotanu miedzi. Taki dodatek nie tylko spowodował modyfikację TiO₂ miedzią, ale także odpowiednio siarką, węglem oraz azotem. W ramach tego etapu również wykorzystano spreparowane materiały Cu-TiO₂ do dezynfekcji wody, w celu sprawdzenia wpływu dodatku miedzi na poprawę aktywności fotokatalitycznej TiO₂. Niezależnie od tego, czy materiały były domieszkowane miedzią czy też nie, przeprowadzono odrębne testy zarówno w ciemności, jak i w obecności źródła światła z zakresu UV-Vis, symulującego światło słoneczne. Dodatkowo przeprowadzono badania fizykochemiczne uzyskanych materiałów na bazie TiO₂. Badania te to między innymi techniki takie jak: wyznaczanie powierzchni właściwej metodą BET, spektroskopia XPS, spektroskopia UV-Vis/DR, dyfraktometria rentgenowska (XRD) oraz transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM), a także wyznaczenie potencjału zeta.

Słowa kluczowe: fotokataliza, TiO₂, modyfikacja miedzią, właściwości bakterio-bójcze

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-8

Kinga Korniejenko¹, Kinga Pławecka¹, Alperen Bulut², Baran Şahin², Göksu Azizağaoğlu², Beata Figiela¹

Kinga Korniejenko (kinga.korniejenko@pk.edu.pl)

¹ Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki, Politechnika Krakowska² Faculty of Engineering, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

CHARAKTERYSTYKA LEKKICH KOMPOZYTÓW GEOPOLIMEROWYCH Z DODATKIEM PERLITU I WERMIKULITU

Produkcja lekkich materiałów budowlanych niesie za sobą szereg korzyści, takich jak zmniejszenie gęstości elementów budowlanych i zarazem całości konstrukcji, co skutkuje redukcją ich wagi, jak i również obniżeniem kosztów transportu. Takie elementy posiadają lepszą izolacyjność termiczną i akustyczną, co przekłada się na parametry budynków. Dodatkową zaletą jest obniżony wpływ na środowisko poprzez lepsze własności izolacyjne i mniejsze zużycie paliwa przy transporcie. Gęstość materiału można zmniejszyć stosując lekkie i porowate kruszywa. Celem niniejszej pracy było przygotowanie i charakterystyka kompozytów geopolimerowych zawierających kruszywa lekkie – perlit i wermikulit. Matryca geopolimerowa została przygotowana na bazie popiołu lotnego, piasku oraz 6M roztworu wodorotlenku sodu z krzemianem sodu. Badanie właściwości materiałów nastąpiło po 28 dniach od przygotowania próbek. Do charakterystyki kompozytów wykorzystano następujące metody badawcze: badania wytrzymałościowe - wytrzymałość na ściskanie i zginanie, badania mikrostrukturalne z użyciem skaningowego mikroskopu elektronowego, zmierzono także przewodność cieplną. Otrzymane rezultaty pokazały niewielki wpływ dodatków na własności wytrzymałościowe. Kruszywa lekkie cechują się dobrą koherencją materiałem matrycy. Ich dodatek pozwolił na redukcję gęstości i obniżenie przewodności cieplnej materiałów. Uzyskane wyniki wskazują, że zaproponowane dodatki mogą poprawić właściwości kompozytu geopolimerowego pod kątem zastosowań w budownictwie.

Słowa kluczowe: geopolimer, perlit, wermikulit, materiały lekkie dla budownictwa

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-9

Barbara Kozub¹, Beata Figiela¹, Kinga Korniejenko¹

Barbara Kozub (barbara.kozub@pk.edu.pl)

¹ Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki, Politechnika Krakowska**BADANIE SPIENIANYCH KOMPOZYTÓW GEOPOLIMEROWYCH NA BAZIE POPIOŁU LOTNEGO Z DODATKIEM FLOKU BAWELNIANEGO**

Geopolimery należą do klasy polimerów amorficznych, nieorganicznych i glinokrzemianowych, których właściwości zależą głównie od rodzaju użytego materiału bazowego, rodzaju i ilości aktywatora użytego podczas ich produkcji, jak również od czynników zewnętrznych procesu polikondensacji, takich jak temperatura i czas nagrzewania. Materiały te charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami mechanicznymi oraz wysoką odpornością na kwasy, chlorki i siarczany. Ponadto cechuje je wysoka odporność termiczna oraz odporność na warunki atmosferyczne. Głównym celem pracy jest ocena wpływu dodatku włókien bawełnianych oraz ich udziału na właściwości wytrzymałościowe oraz przewodność cieplną spienianych kompozytów geopolimerowych na bazie popiołu lotnego. Jako prekursor glinokrzemianowy zastosowano popiół lotny pozyskany z Elektrociepłowni Skawina. Proces aktywacji prowadzono przy użyciu 10-molowego roztworu wodorotlenku sodu (NaOH) i wodnego roztworu krzemianu sodu R-145, przy stosunku objętościowym wodorotlenku sodu i roztworu krzemianu sodu 1:2,5. Środkiem spieniającym był nadtlenek wodoru. Zakres przeprowadzonych badań obejmował pomiary gęstości, badania wytrzymałości na ściskanie i zginanie, pomiary współczynnika przewodności cieplnej, badania mikrostruktury wytworzonych kompozytów z wykorzystaniem dyfraktometrii rentgenowskiej XRD oraz mikroskopii skaningowej SEM. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że włókna bawełniane wykazują potencjał aplikacyjny w spienionych kompozytach geopolimerowych, które mogą znaleźć zastosowanie jako materiały izolacyjne w budownictwie.

Słowa kluczowe: kompozyt geopolimerowy, pianki nieorganiczne, popiół lotny, flok bawełniany, przewodność cieplna, właściwości mechaniczne

SK-10

**Tadeusz Frączek¹, Jerzy Michalski, Agata Dudek¹, Magdalena Kowalewska²,
Justyna Owczarek¹**

Tadeusz Frączek (tadeusz.fraczek@pcz.pl)

¹ Politechnika Częstochowska

² Muzeum i Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk

PRZEMIANY FAZOWE AZOTKÓW ŻELAZA PODCZAS WYŻARZANIA A ATMOSFERZE AZOTU I WODORU

W artykule przedstawiono wyniki badań przemian fazowych w azotkach żelaza wytworzonych na stali AISI 1010 (C10). Omówiono przemiany fazowe zachodzące podczas wyżarzania azotowanej stali w temperaturze 520°C w atmosferze azotu w ciśnieniu 200 Pa oraz w atmosferze azotu i wodoru w warunkach ciśnienia atmosferycznego.

W procesie azotowania gazowego w temperaturze 570°C i w czasie 5h na podłożu stali AISI 1010 wytworzono warstwy azotowane z przypowierzchniową warstwą azotków żelaza o strukturze $\epsilon+(\epsilon+\gamma')$ i grubości 29 μm . W pierwszej serii badań azotowane próbki wyżarzano w temperaturze 520°C przez 2 i 5h w atmosferze azotu przy ciśnieniu 200 Pa. W badaniach wykazano, że po 2 h wyżarzania nastąpiła przemiana fazy ϵ w fazę γ' , w wyniku tego warstwa azotków żelaza zawierała tylko fazę γ' . Przemianie fazowej towarzyszył ubytek masy próbek wynoszący 1,9 g/m^2 . Po 5 h wyżarzania nastąpiła częściowa dekompozycja fazy γ' , na dyfraktogramie obok linii charakterystycznych od fazy γ' wystąpiła linia charakterystyczna dla podłoża Fea. Po tym procesie wyżarzania stwierdzono ubytek masy próbek wynoszący 2,2 g/m^2 . W drugiej serii badań azotowane próbki wyżarzano z rejestracją zmiany masy w sposób ciągły. Podczas wyżarzania próbek w azocie, do 20 minut procesu rejestrowano ubytek masy próbek wynoszący 2,6 g/m^2 . Powyżej 20 min wyżarzania następnie rejestrowano wzrost ich masy do 4,8 g/m^2 po 80 min procesu. Tworzące się tlenki żelaza zahamowały dekompozycję azotków żelaza i emisję azotu do atmosfery i w konsekwencji rejestrowano przyrost masy próbek. Podczas wyżarzania azotowanych próbek w wodorze rejestrowano ubytek masy próbek wynoszący 18,38 g/m^2 , ubytek masy w wodorze świadczy o chemicznym oddziaływaniu wodoru w temperaturze wyżarzania.

Słowa kluczowe: azotowanie gazowe, azotki żelaza, przemiany fazowe

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-11

Dariusz Mierzwiński

Dariusz Mierzwiński (dariusz.mierzwinski@pk.edu.pl)

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

ZASTOSOWANIE UKŁADU POMIAROWEGO NA BAZIE TERMISTORA DO OCENY CZASU WIĄZANIA MATERIAŁÓW AKTYWOWANYCH ALKALICZNIE

Uważa się, że geopolimery jak i inne materiały aktywowane alkalicznie stanowią alternatywę dla cementu portlandzkiego, dając możliwość wykorzystania odpadów glinokrzemianowych lub produktów ubocznych o obiecujących parametrach w sektorze budowlanym. Właściwości materiałów aktywowanych alkaliom (AAM), do których zaliczane są geopolimery zależą zarówno od rodzaju użytego surowca, jak i procedury ich produkcji. W artykule przedstawiono informacjami na temat kluczowych czynników wpływających na wytrzymałość tych materiałów, takich jak rodzaj spoiwa, stężenie środka alkalicznego, projekt mieszania i warunki utwardzania. Skład chemiczny użytych materiałów jest klasyfikowany jako popiół lotny (FA) klasy F, który porównano z metakaolinem pochodzącym z trzech źródeł. Stężenie roztworu alkalicznego wynosiło 8M, 10M, 12M i 14M. Opisana metoda badawcza opierała się na zastosowaniu termistorów o ujemnym współczynniku temperatury. Wykorzystanie odpowiednio przygotowanego układu pomiarowego umożliwi w przyszłości możliwość przewidywania właściwości fizycznych i mechanicznych AAM bez konieczności wykonywania czasochłonnych eksperymentów. Przyjęta procedura określania konsystencji badanych materiałów, ostatecznego czasu wiązania i wytrzymałości na ściskanie AAM, jest taka sama jak procedura przyjęta dla cementu. Parametrami mającymi istotny wpływ na właściwości AAM w procesie ich produkcji są: temperatura utwardzania, czas utwardzania, wiek próbki, molarność roztworu alkalicznego, procentowy stosunek cząstek stałych SiO₂ do wody w roztworze krzemianu sodu (Na₂SiO₃), procent objętości kruszywa ogólnego, stosunek kruszywa drobnego do kruszywa ogólnego, stosunek tlenu sodu (Na₂O) do wody w roztworze Na₂SiO₃, oraz inne opisane w artykule.

Słowa kluczowe: termistor, geopolimer, materiał aktywowany alkalicznie, czas wiązania, temperatura utwardzania, popiół lotny

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-12

Angelika Plota¹, Anna Masek¹

Angelika Plota (angelika.plota@dokt.p.lodz.pl)

¹ Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

ANALIZA PROCESU STARZENIA KLIMATYCZNEGO MATERIAŁÓW POLIOLEFINOWYCH STABILIZOWANYCH NATURALNYMI SUBSTANCJAMI

Jednym z ograniczeń stosowania materiałów polimerowych jest ich degradacja pod wpływem działania podwyższonej temperatury, promieniowania ultrafioletowego, a także innych czynników obecnych w środowisku ich eksploatacji. W związku z tym, prawie wszystkie tworzywa sztuczne wymagają systemów stabilizujących, które będą zapobiegać zbyt wczesnemu procesowi degradacji matrycy polimerowej w okresie jej użytkowania. W obecnych czasach, ze względu na coraz bardziej restrykcyjne normy ekologiczne, substancje stabilizujące pochodzenia roślinnego stanowią zieloną alternatywę dla powszechnie stosowanych stabilizatorów syntetycznych. W niniejszej pracy przeprowadzono analizę procesu starzenia klimatycznego kopolimeru etylenowo-norbornenowego napędnionego krzemionką oraz z dodatkiem hesperydyny jako naturalnej substancji przeciwstarzeniowej poprzez następujące badania: wyznaczenie czasu indukcji utleniania, analizę kąta zwilżania, FT-IR, TGA, pomiary zmiany barwy oraz analizę właściwości mechanicznych. Na podstawie analizy FT-IR zaobserwowano, że dla kompozytu z dodatkiem samej krzemionki w wyniku starzenia pojawił się pik odpowiadający grupom karbonylowym (C=O), które świadczą o postępie degradacji, natomiast po wprowadzeniu do tego materiału hesperydyny, proces starzenia został opóźniony. Ponadto, uzyskane wyniki dowiodły, że hesperydina może być z powodzeniem stosowana jako naturalny przeciwutleniacz dla materiałów polimerowych, która pozwala na lepsze zachowanie ich właściwości w trakcie eksploatacji. Oprócz tego, hesperydina może pełnić rolę barwnika lub barwnego indykatora starzenia, co może być ogromną zaletą chociażby dla materiałów opakowaniowych. Przedstawione rozwiązanie stanowi przyjazną dla środowiska naturalnego alternatywę dla syntetycznych substancji stabilizujących.

Słowa kluczowe: starzenie klimatyczne, systemy stabilizujące, hesperydina

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-13

Marek Nykiel¹, Michał Łach¹

Marek Nykiel (marek.nykiel@pk.edu.pl)

¹ Politechnika Krakowska

ANALIZA TERMICZNA DIATOMITU POCHODZĄCEGO Z POLSKICH ZŁÓŻ W JAWORNIKU RUSKIM

Analiza termiczna jest obecnie grupą technik badawczych wykorzystywanych w bardzo często do opisu zjawisk przetwórczych różnych materiałów. Sprzężone techniki z zakresu analizy termicznej takie jak DSC/TG/QMS pozwalają na komplementarne podejście do zagadnień takich jak oznaczanie czystości, określanie temperatur przemian fazowych, degradacji, spalania i całego szeregu innych właściwości. W pracy przedstawiono badania diatomitu pochodzącego z Polskich złóż w Jaworniku Ruskim o różnym rozkładzie wielkości cząstek w celu określenia temperatur kalcynacji, występowania przemian i stabilności termicznej. Dzięki przeprowadzonym badaniom udało się ustalić optymalną temperaturę obróbki termicznej diatomitu pod kątem jego zastosowania jako sorbentu substancji ropopochodnych.

Słowa kluczowe: diatomit, analiza termiczna DSC TG

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-14

Zbigniew Skuza¹, Tadeusz Frączek¹, Jerzy Michalski, Rafał Prusak¹

Zbigniew Skuza (zbigniew.skuza@pcz.pl)

¹ Politechnika Częstochowska

ANODOWE AZOTOWANIE JONOWE

W pracy przedstawiono studium proponowanego systemu azotowania jarzeniowego z wykorzystaniem ekranu aktywnego, z obróbczą częścią przesuniętą do potencjału anodowego. Celem pracy było zbadanie różnic i podobieństw z konwencjonalnym azotowaniem jonowym z ekranem aktywnym (*Active Screen*). Jednocześnie są prezentowane wyniki eksperymentalne; badanie metalograficzne mikroskopowe i scanningowe mikroskopią elektronową warstwy dyfuzyjnej wraz z pomiarami mikrotwardości.

Słowa kluczowe: azotowanie jonowe, anoda, ekran aktywny

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-15

Małgorzata Latos-Brózio¹, Anna Masek¹

Małgorzata Latos-Brózio (malgorzata.latos@p.lodz.pl)

¹ Politechnika Łódzka

MATERIAŁY POLIMEROWE ZAWIERAJACE SUBSTANCJE POCHODZENIA ROŚLINNEGO

Materiały polimerowe praktycznie zawsze zawierają substancje przeciwstarzeniowe, które stabilizują właściwości użytkowe oraz regulują czas życia gotowych wyrobów. Do stabilizacji kompozycji polimerowych stosuje się syntetyczne stabilizatory, jednak ze względu na doniesienia literaturowe o potencjalnym szkodliwym wpływie tych związków na środowisko naturalne i zdrowie, dąży się do zastąpienia ich substancjami pochodzenia roślinnego. Surowce roślinne są źródłem cennych związków polifenolowych wykazujących silne właściwości przeciwutleniające, dlatego z powodzeniem mogą być zastosowane jako przyjazne środowisku substancje przeciwstarzeniowe. Podczas wystąpienia zostaną zaprezentowane kompozycje polimerowe na bazie epoksydowanego kauczuku naturalnego (ENR) z dodatkiem goździków oraz eugenolu - głównego składnika olejku goździkowego. Goździki zostały wybrane do badań ze względu na obecność w tym surowcu naturalnym antyoksydacyjnych tanin i flawonoidów. Porównawczo sporządzono materiały elastomerowe z pozyskanym z goździków eugenolem, również wykazującym działanie stabilizujące. Przeanalizowany zostanie wpływ dodatku substancji roślinnych na procesy stabilizacji i starzenia materiałów elastomerowych ENR, a także zostanie oceniony stopień ochrony sporządzonych materiałów polimerowych przed starzeniem dzięki dodatkowi eugenolu i goździków.

Słowa kluczowe: polimery, kauczuk naturalny ENR, stabilizatory pochodzenia roślinnego

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-16

Kinga Regulska¹, Bartłomiej Januszewicz¹, Leszek Klimek¹, Anna Jędrzejczak¹Kinga Regulska (kinga.regulska@dokt.p.lodz.pl)¹ Instytut inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka**WPLYW NIEINWAZYJNYCH METOD OBRÓBKI TLENKU CYRKONU
NA JEGO PRZEMIANĘ FAZOWĄ**

Tlenek cyrkonu należy do materiałów coraz częściej wybieranych na podbudowy stałych uzupełnień protetycznych. Aby uzyskać dobre połączenie pomiędzy podbudową a materiałem licującym, powierzchnię materiału należy poddać obróbce powierzchniowej w celu rozwinięcia powierzchni. Z reguły jest to obróbka mechaniczna, podczas której dochodzi do niekorzystnej dla materiału przemiany z fazy tetragonalnej do jednoskośnej, co prowadzi do osłabienia struktury wewnętrznej dwutlenku cyrkonu, a w późniejszym czasie do uszkodzeń w gotowym uzupełnieniu protetycznym. Celem badania jest znalezienie metody obróbki tlenku cyrkonu która zredukuje lub zminimalizuje w jak największym stopniu przemianę fazową.

Metodologia: Materiał do badań stanowiły cylindryczne próbki z tlenku cyrkonu 3Y-TZP CeramillZi, które po wycięciu z bloczka zostały pod-dane spiekaniu. Po tym procesie próbki miały wymiary: średnica 20 i wysokość 5 mm. Po spiekaniu próbki poddano następującym rodzajom obróbki: strukturyzacja laserowa oraz trawienie plazmowe. Próbkę referencyjną stanowiła próbka frezowana.

Parametry obróbek: Po obróbkach powierzchniowych próbki poddano badaniom dyfrakcyjnym w celu określenia składu fazowego. Następnie zbadano zwilżalność w celu określenia swobodnej energii powierzchniowej oraz określono chropowatość powierzchni próbek.

Wyniki: W każdym przypadku zaobserwowano zajście przemiany fazy tetragonalnej w jednoskośną. W zależności od rodzaju obróbki, ilość fazy jednoskośnej wynosiła od 13% do nawet 26%

Podsumowanie/Wnioski: Z doniesień literaturowych wynika, że główną przyczyną przemiany tlenku cyrkonu z fazy tetragonalnej na jednoskośną są naprężenia generowane podczas obróbki mechanicznej. Uzyskane wyniki wskazują, że przemiana zachodzi przy zastosowanych przez nas obróbkach.

Źródło finansowania: Fundusz Udoskonalenia Umiejętności Młodych Naukowców Politechniki Łódzkiej.

Słowa kluczowe: tlenek cyrkonu, przemiana fazowa, ceramika, dyfrakcja rentgenowska

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-17

Joanna Korzekwa

Joanna Korzekwa (joanna.korzekwa@us.edu.pl)

Faculty of Science and Technology, Institute of Materials Engineering, University of Silesia in Katowice

MODIFICATION OF THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF OXIDE LAYERS ON ALUMINIUM ALLOYS

Aluminum alloys are a material that is increasingly used in industry. This is due to very good strength properties with low specific weight and low production costs. The disadvantage of aluminum elements of kinematic systems is the susceptibility of their surface to adhesive wear. One method of eliminating the adverse impact of adhesive tacks on the surfaces of co-operating aluminum components of a machinery is the application of the method basing on the anodic oxidation of alloys surface. The layers obtained by this method are widely used in sliding connections of kinematic machine parts. As mentioned in [1], modification of anodic oxide layers with admixtures has been an uninterrupted area of interest since the 1990s. The presented article is a review of selected methods of modifying the structure and properties of aluminum oxide layers on aluminum alloys.

Słowa kluczowe: oxide layers, coatings, anodizing, modification

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-18

Patryk Krawulski¹, Tomasz Dyl¹

Tomasz Dyl (t.dyl@wm.umg.edu.pl)

¹ Uniwersytet Morski w Gdyni**WPLYW ZAŁOŻEŃ DRUKU 3D ORAZ WARUNKÓW OBRÓBKİ CNC
NA PARAMETRY WYTRZYMAŁOŚCIOWE WYBRANEGO
MATERIAŁU PET**

W przemyśle maszynowym, spożywczym, petrochemicznym, motoryzacyjnym, lotniczym i okrętowym mają zastosowanie wyroby o złożonym kształcie i szczególnych właściwościach użytkowych i eksploatacyjnych. W wielu przypadkach istotne jest poszukiwanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych do produkcji elementów stosowanych do budowy maszyn. W szczególności w okrętownictwie i lotnictwie istotne jest wykorzystanie trwałych i niezawodnych rozwiązań konstrukcyjnych. W produkcji na szczególną uwagę zasługują technologie kształtowania przyrostowego, tak zwany druk 3D i obróbka ubytkowa wielosiowa sterowana numerycznie CNC. Wykorzystanie technologii wytwarzania przyrostowego polega na produkowaniu elementów poprzez dodawanie materiału warstwa po warstwie. Badaniom zostały poddane próbki wykonane z wybranego materiału PET - poli(tereftalan etyleny). Materiały PET są to termoplastyczne poliestry zaliczane do polimerów wykazujących bardzo małe odkształcenie (mniejsze niż 1%), nazywane są plastomerami. Materiały PET mają liczne i różnorodne zastosowanie w przemyśle maszynowym, spożywczym, petrochemicznym, motoryzacyjnym, lotniczym i okrętowym. Badania przeprowadzono na próbkach walcowych różnych wymiarów. Do obróbki próbek wykorzystano: obrabiarkę „Emco Concept Turn 60” oraz drukarkę „Original Prusa i3 MK3S”. Dokonano porównania wytrzymałości wybranego materiału poddanego obróbce CNC oraz wytworzonego technologią przyrostową.

Słowa kluczowe: drukarka 3D, metoda FDM, obróbka CNC, właściwości wytrzymałościowe, polimery, PET

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-19

Grzegorz Moskal

Grzegorz Moskal (grzegorz.moskal@polsl.pl)
Politechnika Śląska

PROGNOZOWANIE WŁAŚCIWOŚCI IZOLACYJNYCH POWŁOKOWYCH BARIER CIEPLNYCH Z WYKORZYSTANIEM WYNIKÓW SYMULACJI DFT

Projektowanie właściwości izolacyjnych powłokowych barier cieplnych jest kwestią istotną ze względu na wysokie koszty prowadzenia badań naukowych oraz samych materiałów używanych do wytworzenia tego typu systemów. W dotychczas stosowanych procedurach projektowania wykorzystywano zależności funkcjonalne biorące pod uwagę porowatość warstwy oraz współczynnik przewodnictwa cieplnego materiałów. Zależności te obejmowały powłoki jedno- i dwufazowe, oraz powłoki jedno- lub dwuwarstwowe i systemy kompozytowe. Wszystkie obliczenia pozwalające na wyznaczenie efektywnej wartości przewodnictwa cieplnego TBC opierały się na eksperymentalnych wartościach przewodnictwa cieplnego użytych materiałów. Niemniej rozwój metod obliczeniowych ab initio, bazujących na przybliżonym rozwiązaniu równania Schrödingera, pozwala na szybkie i precyzyjne określenie podstawowych właściwości cieplnych materiałów, które mogą zostać wykorzystane w prognozowaniu powłokowych barier cieplnych o dowolnym składzie chemicznym i budowie wewnętrznej.

W niniejszych badaniach przedstawiono wyniki obliczeń symulacyjnych charakteryzujących właściwości izolacyjne różnego typu powłok TBC bazujących na konwencjonalnym materiale tj. 8YSZ oraz cyrkonianach pierwiastków ziem rzadkich. Przedstawiono szczegółową procedurę postępowania od uzyskania tensorowych wartości stałych sprężystości c_{ij} , poprzez wyznaczenie wartości modułu Younga i prędkości dźwięku w kryształach, aż po obliczenie współczynnika przewodnictwa cieplnego kryształu idealnego. Końcowym elementem obliczeń jest inkorporacja uzyskanych danych do zależności funkcjonalnych pozwalających na wyznaczenie przewodnictwa cieplnego powłok TBC z uwzględnieniem parametrów mikrostrukturalnych takich jak porowatość i struktura lamelarna.

Słowa kluczowe: TBC, DFT, ab initio, przewodnictwo cieplne, modelowanie

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-20

Tomasz Dyl¹, Sebastian Drowing¹, Norbert Abramczyk¹, Daria Żuk¹

Sebastian Drowing (s.drowing@wm.umg.edu.pl)

¹ Uniwersytet Morski w Gdyni**WYKORZYSTANIE STATYSTYCZNYCH METOD OBLICZENIOWYCH
W ANALIZIE PARAMETRÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH
KOMPOZYTÓW WARSTWOWYCH EPOKSYDOWO-SZKLANYCH
MODYFIKOWANYCH DODATKIEM RECYKLATU GUMOWEGO**

Celem przeprowadzonych badań była analiza statystyczna parametrów wytrzymałościowych kompozytów warstwowych epoksydowo-szklanych modyfikowanych dodatkiem recyklatu gumowego. Do badań wytworzone zostały materiały na bazie maty szklanej o losowym rozkładzie włókien, żywicy epoksydowej Epidian®6 i wyselekcjonowanej frakcji recyklatu. Próbkki zostały przygotowane w 3 wariantach procentowej zawartości recyklatu w osnowie kompozytu 3%, 5%, 7% oraz próbki wzorcowej 0% recyklatu. Próbkki zostały poddane próbie udarności wykonanej na młocie udarnościowym ZWICK RKP 450IR-GE wraz z oprogramowaniem TestXpert II. Uzyskane wartości pomiarów udarności poddano analizom statystycznym na poziomie istotności $\alpha = 95\%$, takim jak: badanie normalności rozkładów testem Shapiro-Wilka, testowanie różnic pomiędzy parami testem t-Studenta dla grup zależnych, testowanie różnic ANOVA dla grup niezależnych. Test Shapiro-Wilka potwierdził, że zmienne udarności dla wszystkich badanych próbek znajdowały się w rozkładach normalnych, w związku z tym do testowania różnic używano testów parametrycznych o największej mocy. Za pomocą testu t-Studenta potwierdzono, że pomiędzy parami zmiennych w konfiguracjach: próbka wzorcowa z próbka modyfikowaną, dla wszystkich badanych próbek występują istotne różnice statystyczne w rozkładach wartości udarności. Przeprowadzone testy ANOVA potwierdziły istotne zmiany udarności w 10 wariantach porównań. Otrzymane wyniki testów wykazały, że w 9 porównywanych przypadkach występowały istotne różnice statystyczne i w jednym przypadku nie wystąpiły znaczące różnice. Wykonane analizy statystyczne potwierdziły ich znaczącą przydatność w procesie kwalifikacji parametrów wytrzymałościowych dla materiałów o dużej anizotropii jakimi są kompozyty.

Słowa kluczowe: analiza statystyczna, test t-Studenta, ANOVA, kompozyty epoksydowo-szklane, recyklat gumowy, udarność

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-21

Tomasz Dyl¹, Katarzyna Panasiuk¹, Norbert Abramczyk¹, Daria Żuk¹

Norbert Abramczyk (n.abramczyk@wm.umg.edu.pl)

¹ Uniwersytet Morski w Gdyni

WPLYW RODZAJU ROZKŁADU WARSTWOWEGO RECYKLATU GUMOWEGO JAKO DODATKU MODYFIKUJĄCEGO WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE KOMPOZYTÓW EPOKSYDOWO-SZKLANYCH

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dodatku recyklatu gumowego jako warstwy przekładkowej kompozytów warstwowych wykonanych na bazie maty szklanej oraz żywicy epoksydowej EPO 652. Do badań zostało wytworzonych cztery rodzaje materiałów badawczych z 5% dodatkiem recyklatu gumowego i o różnym sposobie rozkładu warstw w kompozycie oraz jeden wariant bez dodatku recyklatu jako materiał porównawczy. Próbkę wykonaną z przedmiotowych materiałów zostały poddane statycznej próbie rozciągania w celu określenia zmian parametrów wytrzymałościowych spowodowanych dodatkiem i rozkładem modyfikatora. W wyniku przeprowadzonych badań jednoznacznie stwierdzono zasadniczy wpływ dodatku recyklatu i sposobu jego rozłożenia na zmiany parametrów zarejestrowanych w trakcie statycznej próby rozciągania. Analiza otrzymanych podczas badań wstępnych wyników wykazała, że kompozyty epoksydowo szklane na bazie żywicy EPO 652 z dodatkiem recyklatu gumowego w postaci dwóch i trzech warstw przekładkowych mają lepsze parametry wytrzymałościowe niż kompozyt z losowym dodatkiem recyklatu do osnowy. Najlepsze parametry wytrzymałościowe uzyskały próbki wykonane w układzie dwóch warstw przekładkowych recyklatu. Takie rodzaje materiału mają jednak mniejsze wartości wytrzymałości na rozciąganie od czystego kompozytu epoksydowo szklanego EPO. Materiałem charakteryzującym się największą plastycznością jest wariant o dwóch warstwach przekładkowych recyklatu. Jednocześnie można stwierdzić, że najwyższe wartości odkształcenia względnego ϵ uzyskał kompozyt z jedną warstwą przekładkową recyklatu gumowego. Przeprowadzone analizy umożliwiają wybór optymalnego wariantu materiału w zależności od planowanego zastosowania.

Słowa kluczowe: kompozyty epoksydowo-szklane, recykling, recyklat gumowy, statyczna próba rozciągania, modyfikacja

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-22

Rafał Babilas¹, Katarzyna Młynarek-Żak¹

Rafał Babilas (rafal.babilas@polsl.pl)

¹ Politechnika Śląska**KWAZIKRYSTALICZNE STOPY Al-Ni-Fe O PODWYŻSZONEJ
ODPORNOŚCI KOROZYJNEJ WYTWARZANE METODĄ SZYBKIEGO
KRZEPNIĘCIA**

Potrzeba poszukiwania nowych stopów aluminium, których własności mechaniczne i anty-korozyjne można kształtować przez modyfikowanie struktury za pomocą technik szybkiego chłodzenia cieczy metalicznej jest ciągle aktualna. Problematyka lekkich stopów nanostrukturalnych na osnowie aluminium wzbudza zainteresowanie ze względu na możliwość poprawy ich właściwości użytkowych i aplikacyjnych.

Celem pracy jest projektowanie składu chemicznego stopów Al-Ni-Fe umożliwiających wytworzenie próbek o strukturze kwazikrystalicznej w oparciu o optymalizację parametrów termodynamicznych oraz metody szybkiego krzepnięcia cieczy metalicznej za pomocą odlewania ciśnieniowego do form miedzianych. W pracy zaproponowano składy chemiczne stopów Al-Ni-Fe w oparciu o optymalizację parametrów termodynamicznych takich jak entropia konfiguracyjna czy energia swobodna Gibbsa. Za pomocą badań rentgenowskich oraz obserwacji mikroskopowych dekalgonalna faza kwazikrystaliczna D-Al_{70,83}Fe_{9,83}Ni_{19,34} została zidentyfikowana dla stopu Al₇₁Ni₂₄Fe₅, który charakteryzuje się najwyższą energią swobodną Gibbsa. Do opisanego mechanizmu krystalizacji badanych stopów wykorzystano różnicową analizę termiczną i dyfrakcję rentgenowską. Spektroskopia Mössbauera została wykorzystana do opisu lokalnego otoczenia atomów żelaza w stopach kwazikrystalicznych i krystalicznych. Zbadano także wpływ fazy kwazikrystalicznej na poprawę odporności korozyjnej w roztworach chlorkowych. Stop Al₇₁Ni₂₄Fe₅ charakteryzował się sześciokrotnie mniejszą szybkością korozji niż jego krystaliczny odpowiednik.

Badania zostały sfinansowane z Narodowego Centrum Nauki w ramach programu OPUS 15 (2018/29/B/ST8/02264) realizowanego w Katedrze Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej.

Słowa kluczowe: stopy aluminium, parametry termodynamiczne, struktura kwazikrystaliczna, badania elektrochemiczne

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-23

Agnieszka Kochmańska¹, Paweł Kochmański¹

Agnieszka Kochmańska (agnieszka.kochmanska@zut.edu.pl)

¹ Zachodniopomorski Uniwersytet technologiczny w Szczecinie

CYKLICZNE UTLENIANIE WARSTW KRZEMKOWO-ALUMINIDKOWYCH WYTWORZONYCH NA STOPIE TiAl6V4 METODĄ ZAWIESINOWĄ

Celem tej pracy jest ocena żaroodporności warstw krzemkowo-aluminidkowych wytworzonych na stopie TiAl6V4. Do wytworzenia warstw zastosowano metodę zawiesinową oraz różne parametry wygrzewania: temperaturę 800, 900, 1000°C oraz czas 2, 4 i 6 godzin. Materiał z wytworzonymi warstwami poddano cyklicznemu utlenianiu w temperaturze 800°C przez 660 godzin w atmosferze powietrza. Utlenianie prowadzono w 22-godzinnych cyklach z następnym szybkim chłodzeniem w powietrzu. Przeprowadzono 30 cykli utleniania. Zmiana masy stopu tytanu bez warstwy w założonych warunkach wyniosła się o 143 mg/cm². Wszystkie próbki z warstwami wykazały odporność na utlenianie, zmiana masy wynosiła dla najlepszej warstwy 0,7 mg/cm², a dla najgorszej warstwy 1,7 mg/cm². Wykonano badania z powierzchni oraz na przekroju warstw po procesie utleniania z użyciem mikroskopii FE-SEM i mikroanalizy rentgenowskiej EDS oraz badania składu fazowego XRD. Wyniki pozwoliły ustalić, że wytworzone warstwy mają budowę wielostrefową, przy podłożu znajduje się strefa zawierająca fazę Ti₃Al, dalej w kierunku powierzchni faza TiAl₂, TiAl i przy powierzchni faza TiAl₃ (najbardziej krucha, ale o najwyższej odporności na utlenianie). Obecność tej ostatniej fazy umożliwiła podczas utleniania tworzenie ochronnego tlenku Al₂O₃. Z uwagi na sposób cyklicznego utleniania – wygrzewanie plus szybkie chłodzenie (szok termiczny), zaobserwowano pęknięcia w tej kruchej strefie (TiAl₃). Jednak wszystkie pęknięcia „wypełnione” były tlenkiem aluminium uszczelniającym warstwy. Wytworzone warstwy z uwagi na swoją gradientowość (głównie aluminium) na przekroju mają lepszą odporność na wstrząsy cieplne podczas pracy i mają charakter samoleczących dzięki tworzeniu się ochronnego tlenku aluminium na powierzchni i w pęknięciach.

Słowa kluczowe: warstwy krzemkowo-aluminidkowe, metoda zawiesinowa, stop tytanu, cykliczne utlenianie

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-24

**Anna Sobczyk-Guzenda¹, Patrycja Szczepańska¹, Anna Laska-Lesniewicz²,
Maciej Czernik³, Marta Kamińska¹, Hieronim Szymanowski¹**

Anna Sobczyk-Guzenda (anna.sobczyk-guzenda@p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

² Instytut Mechatroniki i Systemów Mechatronicznych

³ Wojewódzki Specjalistyczny Szpital im. M. Pirogowa, Politechnika Łódzka

POLIMEROWE CEMENTY KOSTNE MODYFIKOWANE BIOAKTYWNA CERAMIKĄ FOSFORANOWĄ

Cementy kostne są powszechnie znanymi biomateriałami stosowanymi głównie w ortopedii oraz w leczeniu kompresyjnych złamań kręgosłupa. Wzrost schorzeń osteoporotycznych związanych z starzejącym się społeczeństwem wpływa na powstawanie złamań kości, często bardzo skomplikowanych. Prowadzi to do wzrostu zapotrzebowania na biogodne cementy kostne wspierające odbudowę tkanki kostnej. Obecnie najczęściej stosowanymi materiałami do tych zastosowań są poliakrylany. Niewątpliwą ich zaletą jest niski koszt, ale materiały te posiadając szereg wad, do głównych należy skurcz polimeryzacyjny oraz uwalnianie resztek monomeru. Z tego powodu poszukuje się nowocześniejszych rozwiązań.

Główny celem niniejszej pracy jest przedstawienie wyników z badań przeprowadzonych na akrylanowych jak i elastomerowych cementach kostnych zmodyfikowanych ceramiką fosforanową do zastosowania w wertebroplastyce. Wykorzystano trzy rodzaje materiałów polimerowych: polimetakrylan metylu, polidimetylosiloksan oraz poliuretan. Jako dodatek zastosowano hydroksyapatyt w zakresie stężeń od 2 do 20% wag. w zależności od użytego polimeru. Hydroksyapatyt został samodzielnie syntetyzowany z wykorzystaniem metody opracowanej przez Afshar i współpracowników. Na otrzymanych kompozytach wykonano porównawcze badania morfologii powierzchni, oceny homogeniczności rozkładu ceramiki fosforanowej w matrycy polimerowej, badania twardości i statycznej próby na rozciąganie, badania zwilżalności oraz przeżywalności komórek eukariotycznych Saos – 2. Przeprowadzono także badania widoczności otrzymanych cementów i odróżnienia ich od naturalnych tkanek kostnych w trakcie prześwietlania promieniowaniem rentgenowskim.

Słowa kluczowe: ementy kostne, materiały kompozytowe, polimetakrylan metylu, polisiloksan, poliuretan, hydroksyapatyt

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-25

Beata Figiela¹, Agnieszka Bąk¹, Marek Hebda¹, Kinga Korniejenko¹

Agnieszka Bąk (agnieszka.bak@pk.edu.pl)

¹ Katedra Inżynierii Materiałowej, Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki, Politechnika Krakowska**WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE I TERMOIZOLACYJNE SPIENIONYCH
GEOPOLIMERÓW NA BAZIE ODPADÓW KOPALNIANYCH
WZMACNIANYCH WŁÓKNEM KONOPNYM**

Geopolimery to nieorganiczne materiały powstałe z syntezy krzemu i glinu w wyniku reakcji polikondensacji. Charakterystyczną właściwością tych materiałów jest wysoka ognioodporność oraz kwasoodporność, dobre właściwości wytrzymałościowe oraz stabilność termiczna. Synteza geopolimerów odbywa się w temperaturze niższej niż 100°C, co jest dużą zaletą ze względu na mniejsze zużycie energii potrzebne do ich wytworzenia, dodatkowo produkcja geopolimerów ogranicza negatywny wpływ na środowisko, emitując ok 6 razy mniej dwutlenku węgla w porównaniu z konwencjonalnym cementem portlandzkim. Nowością w wytwarzaniu geopolimerów jest wytwarzanie materiałów porowatych, które mogą być wykorzystywane jako alternatywa dla wyrobów termoizolacyjnych, z materiałów o niskiej ognioodporności. Coraz częściej badanymi materiałami pod kątem wykorzystania do geopolimeryzacji są różnego rodzaju odpady pochodzące z przemysłu wydobywczego (m.in. wydobywanie rudy miedzi, rudy chromu, rudy żelaza). W niniejszych badaniach do wytworzenia geopolimerów zastosowano materiał będący odpadem kopalnianym węgla pochodzącym z kopalni Wieczorek w województwie Śląskim. Materiał uprzednio został odpowiednio przygotowany, ze względu na duże gabaryty. W fazie przygotowania pianek geopolimerowych zmielony i kalcynowany materiał został połączony z 10M roztworem wodorotlenku sodu z krzemianem sodu. Po uzyskaniu jednolitej masy dodano środek spieniający. Po wypełnieniu zestawu form masą i włóknami, przygotowane próbki zostały umieszczone w suszarce laboratoryjnej na 24 h. Badanie właściwości wytrzymałościowych oraz termoizolacyjnych nastąpiło po 28 dniach od przygotowania próbek. Wykonane zostały zdjęcia mikrostruktury z oznaczeniem chemicznej kompozycji geopolimeru oraz badanie składu fazowego.

Keywords: kompozyty geopolimerowe, odpady kopalniane, pianki geopolimerowe

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-26

Sebastian Miszczak¹, Bożena Pietrzyk¹

Sebastian Miszczak (sebastian.miszczak@p.lodz.pl)

¹ Politechnika Łódzka Instytut Inżynierii Materiałowej**CHARAKTERYSTYKA NISKOTARCIOWYCH POWŁOK Al_2O_3
Z DODATKIEM GRAFENU**

Tarcie oraz związane z nim zużycie to wszechobecne i nieuniknione zjawiska występujące na powierzchniach ruchomych części maszyn i urządzeń. Jednym ze sposobów ograniczenia niekorzystnego wpływu tych zjawisk na trwałość i niezawodność elementów ruchomych może być zastosowanie stałych środków smarnych, wśród których zainteresowanie budzi ostatnio grafen i jego pochodne. W niniejszej pracy celem było wytworzenie i scharakteryzowanie powłok tlenkowych (Al_2O_3) z dodatkiem zredukowanego tlenku grafenu (rGO) jako czynnika redukującego tarcie. Powłoki zostały wytworzone metodą zol-żel i scharakteryzowane pod względem morfologii, struktury i podstawowych właściwości trybologicznych z wykorzystaniem mikroskopii SEM i AFM, spektrometrii odbiciowej, spektroskopii FTIR i Ramana, oraz badań tarcia metodą ball-on-disk. Obserwacje mikroskopowe wykazały zróżnicowaną morfologię powłok zależną od rodzaju użytego grafenu i parametrów zawiesin koloidalnych oraz procesu depozycji i zagęszczania. Zaobserwowano uporządkowane rozmieszczenie nanopłytek rGO w matrycach powłok oraz korelację pomiędzy ich kształtem i orientacją przestrzenną a parametrami trybologicznymi. Badania spektroskopowe wykazały wpływ stopnia zdefektowania struktury grafenu na chemiczne wiązanie z osnową tlenkową podczas procesu zagęszczania powłok. Zaobserwowane zmiany morfologii, stopnia zdefektowania i współczynników tarcia dowiodły istotnego wpływu parametrów wytwarzania powłok Al_2O_3 +rGO na ich pożądane właściwości trybologiczne.

Keywords: powłoka tlenkowa, tlenek glinu, zol-żel, grafen, tarcie

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-27

Emila Brancewicz-Steinmetz¹, Renato David Valverde Vergara², Victoria Helena Buzalski¹, Paulina Byczkowska¹, Jacek Sawicki¹

Emila Brancewicz-Steinmetz (emila.brancewicz-steinmetz@dokt.p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

² Mechanical Engineering Department, Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles y Av. Interoceánica. Quito, Ecuador

INFLUENCE OF POST-PRINTING PROCESSING ON ADHESION BETWEEN PLA AND TPU PRINTED IN FDM TECHNOLOGY

Fused Deposition Modeling (FDM) is a rapid prototyping method for three-dimensional objects. In the FDM method, the multi-material manufacturing additive method is achieved by one mixed nozzle, or multiple nozzles working simultaneously with different materials. Multiple nozzle systems increase the printing speed by making the manufacturing process continuous. Compared to other methods, multi-material FDM printing requires a lower cost for small-footprint machines. Polylactic acid (PLA) is the most widely used material in FDM. PLA is an alternative to petrochemical-based polymers. Thermoplastic Polyurethane is a flexible material that, when combined with a rigid filament, such as PLA, can achieve unique characteristics. Thermoplastic Polyurethane (TPU) has an exceptional combination of flexibility, toughness, durability, and biocompatibility. To improve the adhesion between PLA and TPU in multi-material FDM, we propose the comparison of different processes: post-processing with acetone immersion, surface activation during printing with acetone, surface activation during printing with tetrahydrofuran, post-processing annealing, and connection of printed parts with tetrahydrofuran, and increasing the PLA printing temperature.

Thanks to the financial support of the Lodz University of Technology Foundation, we present the results of the impact of post-printing processing of multi-material objects on the adhesion between two materials with different printing parameters. The adhesion was tested with the shear test; the results show the best material combinations for specific post-processing methods.

Badania współfinansowane ze środków Fundacji Politechniki Łódzkiej – Mikrodatacje.

Słowa kluczowe: 3D printing, post-processing, FDM, multi-material, PLA, TPU

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-28

Łukasz Szparaga¹, Jerzy Ratajski¹, Katarzyna Mydlowska¹, Łukasz Kołodziejczyk²

Łukasz Szparaga (lukasz.szparaga@tu.koszalin.pl)

¹ Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska² Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka**OPTIMALIZACJA WIELOKRYTERIALNA GRADIENTOWYCH POWŁOK ZrC**

Jednym z kluczowych aspektów związanych z projektowaniem budowy gradientowych wielowarstwowych powłok przeciwzużyciowych jest dobór składu i grubości poszczególnych warstw funkcjonalnych zapewniający wysoką przyczepność powłoki do podłoża, niskie zużycie i wysoką odporność na pękanie. W przypadku powłok osadzanych technikami PVD (Physical Vapor Deposition) szczególnie istotna jest ocena rozkładu i wartości naprężeń własnych w poszczególnych warstwach, które wpływają na właściwości przeciwzużyciowe powłok. Stąd dla powłok gradientowych głównym problemem jest jednoczesny dobór gradientu struktury i składu chemicznego powłoki wraz z odpowiadającym mu stanem naprężeń własnych zapewniającym podwyższone właściwości przeciwzużyciowe. Proponowanym rozwiązaniem omówionego problemu projektowania powłok jest zastosowanie procedury wielokryterialnej optymalizacji, opartej o koncepcję tzw. inżynierii naprężeń na przykładzie powłok ZrC o różnej zawartości węgla osadzonych techniką RMS PVD (*Reactive Magnetron Sputtering*). Równocześnie przedstawiono studium porównawcze stosowanych kryteriów decyzyjnych wykorzystywanych do projektowania powłok wielowarstwowych i gradientowych oraz zaproponowano hierarchię ich istotności. Zaprezentowano również wyniki symulacji komputerowych opartych o MES (Metodę Elementów Skończonych) testów indentacyjnych i testu rysy wraz z interpretacją poszczególnych komponentów tensora naprężeń i odkształceń. Przedstawiono również analizę porównawczą budowy i struktury powłok wytypowanych optymalnych powłok w stosunku do obecnie stosowanych wraz z analizą wrażliwości i istotności poszczególnych kryteriów i ich wpływu na potencjalną budowę powłoki.

Słowa kluczowe: optymalizacja wielokryterialna, PVD, ZrC, modelowanie MES, powłoki gradientowe

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-29

Katarzyna Mydlowska¹, Jerzy Ratajski¹, Łukasz Szparaga¹, Łukasz Kołodziejczyk²

Katarzyna Mydlowska (katarzyna.mydlowska@tu.koszalin.pl)

¹ Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

² Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

**WPLYW PROFILU ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH
W WARSTWIE AZOTOWANEJ NA WŁAŚCIWOŚCI
PRZECIWZUŻYCIOWE UKŁADU SUBSTRAT/POWOKA PVD**

Uszkodzenie twardej powłoki przeciwzużyciowej osadzonej na metalowym podłożu związane jest często z inicjacją odkształcenia plastycznego podłoża, zazwyczaj w pobliżu interfejsu podłoże/powłoka. Zwiększenie granicy plastyczności podłoża jest możliwe poprzez zastosowanie obróbki powierzchniowej w postaci m.in. azotowania. Badania pokazały, że w określonych warunkach eksploatacji występują różnice w wartościach wskaźnika zużycia oraz obciążeń krytycznych wywołujących uszkodzenie powłok osadzonych na podłożach azotowanych (stal 40HM) oraz podłożach nieazotowanych, ale cechujących się zbliżoną twardością powierzchniową (stal SW7M). Przyczyn tych różnic upatruje się w wytworzeniu, w wyniku azotowania interfejsu o gradientowo zmiennych właściwościach mechanicznych tj. granicy plastyczności lub/i modułu Younga oraz naprężeń własnych. Przedstawiono rezultaty badań dotyczących wpływu profilu zmian granicy plastyczności i naprężeń własnych w warstwie wierzchniej podłoża ze stali 40HM na właściwości mechaniczne układów warstwowych podłoże/powłoka PVD. Celem tych badań było znalezienie czynników mogących mieć wpływ na mechanizm uszkodzenia powłoki pod zewnętrznym obciążeniem mechanicznym, a w szczególności wyjaśnienie przyczyny różnicy zachowania poszczególnych układów o tej samej twardości powierzchniowej podłoża. Przeprowadzono testy indentacyjne przekroju i powierzchni podłoża oraz powłok, testy Rockwella C oraz wyznaczono stan naprężeń własnych w warstwach azotowanych i powłokach metodą dyfrakcji rentgenowskiej. Na podstawie wyników potwierdzono, że może istnieć optymalny profil zmian właściwości mechanicznych podłoża z punktu widzenia trwałości układu.

Słowa kluczowe: powłoki przeciwzużyciowe, azotowanie, granica plastyczności, naprężenia własne

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-30

**Katarzyna Mydlowska¹, Jerzy Ratajski¹, Łukasz Szparaga¹,
Łukasz Kołodziejczyk²**

Katarzyna Mydlowska (katarzyna.mydlowska@tu.koszalin.pl)

¹ Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska² Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka**SYMULACJE NUMERYCZNE WPLYWU PROFILU ZMIAN
WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH W WARSTWIE AZOTOWANEJ NA
STAN NAPRĘŻEŃ I ODKSZTAŁCEŃ UKŁADÓW SUBSTRAT/POWŁOKA
PVD INICJOWANYCH OBCIĄŻENIAMI KONTAKTOWYMI**

Intensywność zużycia powłok ochronnych w zależności od warunków pracy związana jest ze zdolnością przenoszenia przez układ powłoka/podłoże zewnętrznych obciążeń mechanicznych. Jedną z zasadniczych kwestii związanych z projektowaniem tych układów jest kontrola i sterowanie stanem naprężeń i odkształceń podczas pracy w różnych węzłach tribologicznych. Wykazano, że najczęstszą przyczyną pierwszych uszkodzeń powłoki przez delaminację jest inicjacja odkształceń plastycznych w podłożu, w pobliżu interfejsu podłoże/powłoka. Z tego względu właściwości mechaniczne warstwy wierzchniej podłoża mają zasadniczy wpływ na właściwości eksploatacyjne całego układu. Jedną z metod zwiększenia nośności mechanicznej i odporności zmęczeniowej podłoża jest zastosowanie procesu azotowania. Założono, że wpływ na właściwości eksploatacyjne układu ma nie tylko zwiększenie, poprzez azotowanie, twardości warstwy wierzchniej podłoża, a wytworzenie interfejsu o gradientowo zmiennych właściwościach mechanicznych tj. granicy plastyczności i naprężeniach własnych. Przedstawiono wyniki badań dotyczące projektowania hybrydowych układów warstwowych złożonych z warstwy azotowanej i twardej powłoki PVD. Celem badań było określenie wpływu gradientu granicy plastyczności oraz stanu naprężeń własnych w podłożu, na wybrane właściwości układu. Przedstawiono wyniki symulacji numerycznych z wykorzystaniem modelu MES dotyczące stanu naprężeń i odkształceń układów podłoże/powłoka dla różnych zewnętrznych obciążeń mechanicznych. Stwierdzono wpływ postaci gradientu granicy plastyczności oraz naprężeń własnych w podłożu na strefę odkształceń plastycznych w układzie i rozkład naprężeń dla obciążeń krytycznych (wywołujących zniszczenie powłoki) pozwalający na określenie różnic w rodzaju potencjalnych uszkodzeń powłoki.

Słowa kluczowe: powłoki PVD, azotowanie, modelowanie MES, odkształcenia plastyczne

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-31

Emila Brancewicz-Steinmetz¹, Jacek Sawicki¹

Jacek Sawicki (jacek.sawicki@p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

WPLYW ROZWIĘCIA POWIERZCHNI OTRZYMYWANYCH TECHNOLOGIĄ DRUKU 3D NA ADHEZJĘ POMIĘDZY POLILAKTYDEM (PLA) I TERMOPLASTYCZNYM POLIURETANEM (TPU)

Fused Deposition Modeling (FDM) to addytywny proces wytwarzania termoplastów: topionych i selektywnie osadzanych przez dyszę drukującą. Drukarki umożliwiają drukowanie z dwóch polimerów jednocześnie. Praca ma na celu zbadanie adhezji dwóch materiałów o różnych właściwościach: polilaktydu (PLA) i termoplastycznego poliuretanu (TPU).

Zakres badań obejmuje wykonanie 12 wariantów wydruków 3D w różnej konfiguracji wzoru powierzchni (linie/koła) pomiędzy materiałami PLA i TPU, ocenę topografii, chropowatości powierzchni oraz wytrzymałości na ścinanie. Próbkę o najlepszej kombinacji wzorów powierzchni zostały wybrane i poddane trzem rodzajom obróbki: wyżarzaniu, wyżarzaniu w oparach acetonu oraz oparach acetonu w temperaturze pokojowej.

Wykazano, że maksymalna wysokość profilu chropowatości Rz jest najniższa dla próbek drukowanych z TPU, niezależnie od wzoru powierzchni. Największą siłę adhezji dwóch polimerów w druku uzyskano dla linii TPU/PLA 0°/45°.

Niezależnie od kolejności druku polimerów jako najlepszy wskazano wzór kołowy rozwinięcia powierzchni (Współczynnik korelacji Pearsona: 0,869). Zastosowanie obróbki po druku wzmacnia wiązanie międzymateriałowe i zwiększa siłę adhezji, najlepsze średnie wyniki wytrzymałości na ścinanie osiągnięto dla wyżarzania bez acetonu.

Słowa kluczowe: druk 3D, FDM, PLA, TPU, adhezja, chropowatość

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-32

Wojciech Stachurski¹, Jacek Sawicki², Piotr Zgórniak¹, Bartłomiej Januszewicz², Emilia Wołowicz-Korecka²

Wojciech Stachurski (wojciech.stachurski@p.lodz.pl)

¹ Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn, Politechnika Łódzka² Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka**WPLYW WARUNKÓW CHŁODZENIA NA PARAMETRY
GEOMETRYCZNE UZĘBIENIA KÓŁ ZĘBATYCH PODDANYCH
NAWĘGLANIU PRÓŻNIOWEMU**

W artykule omówiono wpływ warunków hartowania na parametry geometryczne uzębienia kół zębatach poddanych nawęglaniu próżniowemu. Proces hartowania związany jest ze zjawiskami naprężeń wewnętrznych, powodujących zmiany geometryczne. W pracy przeanalizowano wpływ ułożenia kół zębatach (poziome i pionowe) w komorze procesowej na odkształcenia hartownicze występujące podczas nawęglania niskociśnieniowego z hartowaniem gazowym metodą hartowania indywidualnego oraz w wannie olejowej. Elementy poddano nawęglaniu próżniowemu w temperaturze 960°C, w dwukomorowym piecu próżniowym z chłodzeniem w oleju oraz w komorze do indywidualnego hartowania w azocie pojedynczych elementów (UCM 4D Quenching). Pomiary geometryczne elementów wykonano przed i po obróbce cieplno-chemicznej oraz określono wielkość zmian takich parametrów geometrycznych jak: grubość zęba, podziałka uzębienia, linia zęba, profil zęba. Przeprowadzono również badania technologicznej warstwy wierzchniej tj. naprężeń własnych, mikrotwardości oraz struktury. W pracy zbadano, czy istnieje statystycznie istotna różnica pomiędzy wymiarami geometrycznymi elementów przed i po obróbce cieplno-chemicznej i jaki wpływ na odkształcenia ma ułożenie wsadu w komorze procesowej oraz medium chłodzące.

This research was funded by the Polish National Centre for Research and Development, grant number POIR.04.01.04-00-0087/15.

Słowa kluczowe: nawęglanie próżniowe, hartowanie, koła zębata, odkształcenia zębów, warstwa wierzchnia

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-33

Marek Stanisław Węglowski¹, Piotr Śliwiński¹, Jerzy Dworak¹, Sebastian Stano¹, Wojciech Oborski¹, Mariusz Welcel¹, Tomasz Tański², Marcin Staszuk², Andrzej Norbert Wiczorek²

Marek Stanisław Węglowski (marek.weglowski@is.lukasiewicz.gov.pl)

¹ Łukasiewicz - Instytut Spawalnictwa

² Politechnika Śląska

HARTOWANIE POWIERZCHNIOWE STALI 35HGS

Jednym z możliwych rozwiązań wydłużenia czasu eksploatacji urządzeń jest wytworzenie powłok o zwiększonej twardości po zastosowaniu hartowania powierzchniowego. Najczęściej stosowanymi rozwiązaniami jest zastosowanie hartowania płomieniowego, indukcyjnego, laserowego lub przy wykorzystaniu wiązki elektronów. Jako materiał konstrukcyjny mogą być stosowane np. stale do obróbki cieplnej w tym stal 35HGS. Stal ta znajduje zastosowanie przede wszystkim w przypadku części maszyn bardzo obciążonych oraz konstrukcji pracujących przy silnym obciążeniu, m.in. koła zębate, tuleje, kołnierze, przekładnie zębate, części sprzęgła, wrzeciona, dźwignie i wały. Jest również stosowana do produkcji łopatek kompresorów i szczególnie obciążonych osi. Ze względu na swoje właściwości, sprawdza się również w przemyśle lotniczym.

W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu hartowania powierzchniowego indukcyjnego, laserowego i elektronowego na twardość oraz mikrostrukturę stali 35HGS. Przeprowadzone badania wykazały, że twardość na powierzchni przekracza 600 HV przy twardości materiału w stanie dostawy ok. 300HV, a głębokość zahartowania wynosi powyżej 1 mm, w zależności od zastosowanej technologii i parametrów hartowania.

Badania zostały zrealizowane w ramach projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu TECHMASTRATEG pt. „Opracowanie innowacyjnych hybrydowych warstw powierzchniowych złożonych z powłok antyzużyciowych dedykowanych uzębieniom przekładni zębatych do zespołów napędowych przenośników pracujących w trudnych warunkach eksploatacyjnych” - NanoHybryd. Numer umowy TECHMATSTRATEG-III/0028/2019

Słowa kluczowe: hartowanie powierzchniowe, hartowanie indukcyjne, hartowanie laserowe, hartowanie elektronowe, stale do obróbki cieplnej

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-34

**Agnieszka Kowalczyk¹, Klaudia Anuszewska¹, Donata Kuczyńska-Zemła¹,
Agata Sotniczuk¹, Halina Garbacz¹**

Agnieszka Kowalczyk (agnieszka.kowalczyk4.dokt@pw.edu.pl)

¹ Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej

HYBRYDOWE OBRÓBKI POWIERZCHNIOWE TYTANU Ti GRADE 2 I STOPU TNTZ DO ZASTOSOWAŃ BIOMEDYCZNYCH

Jedną z najszerzej wykorzystywanych grup materiałów metalicznych w biomedycynie jest tytan i jego stopy. Do tej grupy zaliczane są między innymi jednofazowy tytan o czystości technicznej cpTi (α) oraz charakteryzujące się niskim modułem Younga jednofazowe stopy Ti (β). Oba te materiały posiadają lepszą odporność na korozję i biogodność od szeroko stosowanego w implantologii dwufazowego stopu Ti-6Al-4V ($\alpha+\beta$). O zakresie aplikacji cpTi (α) oraz stopów Ti (β) decydować będzie możliwość poprawy ich właściwości mechanicznych oraz modyfikacji powierzchni pod kątem przyspieszania procesu osteointegracji.

Celem pracy była poprawa właściwości powierzchniowych pod kątem zastosowań biomedycznych tytanu o czystości technicznej Ti Grade 2 oraz stopu z grupy β -Ti TNTZ (Ti-29Nb-13Ta-4,6Zr). Materiały te zostały poddane hybrydowej obróbce powierzchniowej, składającej się z kulowania (kulkami SiO₂, z zastosowaniem różnych zakresów rozmiarów kulek i ciśnień procesu) oraz trawienia chemicznego (w roztworze kwasu fluorowodorowego). W ramach badań analizowano topografię i właściwości fizykochemiczne modyfikowanych powierzchni. Prowadzono obserwacje mikroskopowe przy użyciu skaningowej mikroskopii elektronowej, a także pomiary chropowatości za pomocą profilometru optycznego oraz badania zwilżalności powierzchni. Dalszy plan badawczy zakłada nałożenie bioaktywnych, kompozytowych powłok chitozan-bioszkle na modyfikowane powierzchnie Ti Grade 2 oraz stopu TNTZ, a także analizę wpływu stanu powierzchni na adhezję i właściwości powłok.

Badania były finansowane przez POB Technologie Materiałowe ze środków Politechniki Warszawskiej w ramach Programu IDUB oraz z dotacji z subwencji na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej.

Słowa kluczowe: tytan, stopy tytanu, obróbka powierzchniowa, biomateriały

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-35

**Ewelina Pabjańczyk-Wlazło¹, Anna Bednarowicz¹, Nina Tarzyńska¹,
Adam K. Puzkarz¹, Michał Puchalski¹, Grzegorz Szparaga¹**

Ewelina Pabjańczyk-Wlazło (ewelina.pabjanczyk-wlazlo@p.lodz.pl)

¹ Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych, Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Politechnika Łódzka

MODYFIKACJA POWIERZCHNI PIANEK NA BAZIE BIOPOLIMERÓW DO POTENCJALNEGO ZASTOSOWANIA W INŻYNIERII KANKOWEJ

Pianki na bazie biodegradowalnych polimerów – kwasu hialuronowego, kolagenu i alginianu, otrzymano za pomocą prostej i dostępnej metody liofilizacji w różnych warunkach. Oba polimery znane są ze swoich korzystnych właściwości biologicznych m.in. wysokiej biokompatybilności, wspomagania wzrostu komórek, czy też sprzyjania procesowi leczenia ran oraz znalazły liczne zastosowania w medycynie regeneracyjnej i sektorach pochodnych. Powierzchnię wytworzonych pianek poddano modyfikacji z użyciem tlenu tytanu za pomocą techniki osadzania warstw atomowych (Atomic Layer Deposition) celem ograniczenia hydrofilowości. Pianki po modyfikacji zostały zbadane pod kątem struktury i właściwości za pomocą m.in. mikrotomografii komputerowej (micro-CT) i skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Pianki mogą znaleźć zastosowanie w szczególności w inżynierii tkankowej do celowanych terapii tkankowych.

The research leading to these results has received funding from the Norway Grants 2014-2021 via the National Centre for Research and Development.

Słowa kluczowe: biomateriały, biopolimery, modyfikacja powierzchni, pianki, inżynieria tkankowa, kolagen, kwas hialuronowy, alginian

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-36

**Agnieszka Bigos¹, Izabella Kwiecień¹, Marta Janusz-Skuza¹, Maciej Szczerba¹,
Monika Bugajska¹, Anna Wierzbicka-Miernik¹, Marcin Dyner^{2,3}, Andrzej
Misztela³, Joanna Wojewoda-Budka¹**

Agnieszka Bigos (a.bigos@imim.pl)

¹ Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. Aleksandra Krupkowskiego, Polska Akademia Nauk

² Zakład Zaawansowanych Metod Obliczeniowych, Wydział Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza

³ Fabryka Narzędzi Medycznych CHIRMED Marcin Dyner, Rudniki k/Częstochowy

ANTYPATOGENNE POWŁOKI MIEDZIANE – PROCES ELEKTROOSADZANIA ORAZ ANALIZA MIKROSTRUKTURY I WŁAŚCIWOŚCI

Powłoki miedziane stosowane są jako warstwy dekoracyjne, chroniące przed korozją, poprawiające przewodnictwo elektryczne i termiczne, oraz jako podwarstwy zmniejszające koszt otrzymywania powłok m.in. na bazie niklu. Jednak obecnie, obserwuje się znaczący wzrost zainteresowania miedzią jako materiałem o właściwościach antybakteryjnych i antywirusowych, mogącym znaleźć szerokie zastosowanie w wielu gałęziach medycyny. Głównym celem badań było wytworzenie jednorodnych powłok miedzianych metodą osadzania prądowego o właściwościach antypatogennych na podłożach stalowych (stal 1.2024) i niklowych (Ni201), stosowanych komercyjnie na narzędzia chirurgiczne. Istotnym było określenie wpływu wykończenia powierzchni podłoża, stosowanego przy wytwarzaniu narzędzi chirurgicznych na linii produkcyjnej, na jakość otrzymanych powłok. Testowano wykończenia matowe, przygotowane przez kulowanie materiału kulkami szklanymi o średniej wielkości 40-70 um oraz 70-110 um; poddane działaniu korundu i szczotkowane. Otrzymane powłoki scharakteryzowano technikami skaningowej mikroskopii elektronowej i mikroskopii sił atomowych pod względem morfologii ich powierzchni, a także skaningowej i transmisyjnej mikroskopii elektronowej w celu wyznaczenia ich grubości, jakości powstałej strefy rozdziału podłoże/powłoka i wielkości kryształitów miedzianej powłoki. Opis uzupełniony został badaniami struktury (tekstury) otrzymanych powłok techniką dyfrakcji promieni rentgenowskich, a także wyznaczeniem ich chropowatości z wykorzystaniem profilometru, co pozwoliło wytypować najbardziej korzystne warunki zarówno przygotowania podłoża jak i prowadzenia procesu osadzania powłok.

Badania zostały zrealizowane w ramach projektu M-ERA.NET2/2020/AntiPathCoat/4/2021 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Słowa kluczowe: antypatogenne powłoki miedziane, elektroosadzanie, mikrostruktura

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-37

Agata Wieczorska

Agata Wieczorska (a.wieczorska@wm.umg.edu.pl)

Katedra Materiałów Okrętowych i Technologii Remontów, Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Morski w Gdyni

ANALIZA PROCESU KWALIFIKACJI TECHNOLOGII SPAWANIA STALI KONSTRUKCYJNEJ S355JR PRZY WYKORZYSTANIU METODY SPAWANIA ŁUKIEM KRYTYM

W artykule przedstawiono zagadnienie dotyczące uznania technologii spawania na przykładzie stali konstrukcyjnej S355JR o grubości blachy 25 mm oraz 100 mm, ukosowanie $\frac{1}{2}V$. Głównym celem pracy była próba wykonania pełnego kwalifikowania procesu spawania łukiem krytym zgodnie z wymaganiami PN EN ISO 15614. Zwrócono szczególną uwagę na zagadnienie kwalifikowania technologii spawania. Próbki poddano badaniom nieniszczącym to jest badaniom wizualnym i penetracyjnym oraz wykonano badanie ultradźwiękowe i przeprowadzono obróbkę cieplną. Następnie przeprowadzono badania niszczące w tym badanie makroskopowe i badanie twardości. Zgodnie z zaproponowaną procedurą uznania technologii spawania łukiem krytym, po przeprowadzonych niezbędnych badaniach i uzyskaniu protokołów z pozytywnymi wynikami oraz kompletacji dokumentacji dokonano analizy potrzebnej do uzyskania certyfikatów zgodności zakładowej kontroli produkcji oraz jakości spawania.

Słowa kluczowe: kwalifikowanie technologii spawania, jakość spawania, stal S355JR

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-38

**Józef Haponiuk¹, Krzysztof Formela¹, Łukasz Zedler², Mohammad Reza Saeb¹,
Paulina Wisniewska¹, Agnieszka Susik¹**

Józef Haponiuk (jozef.haponiuk@pg.edu.pl)

¹ Katedra Technologii Polimerów, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska

² Katedra Biotechnologii Molekularnej i Mikrobiologii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska

FUNKCJONALIZOWANIE ROZDROBNIONYCH ODPADÓW GUMOWYCH W TECHNOLOGIACH OTRZYMYWANIA NOWYCH MATERIAŁÓW

Celem badań jest opracowanie technologii funkcjonalizowania rozdrobnionej gumy otrzymanej w wyniku dezintegracji zużytych opon samochodowych. Aktualne trendy badawcze wykazały, że reaktywne wyłaczanie można uznać za wydajną i proekologiczną alternatywę dla powszechnie badanych okresowych metod funkcjonalizacji GTR prowadzonych z użyciem rozpuszczalników. Opracowane funkcjonalizowane granulaty gumowe mogą być wykorzystane jako komponenty kompozytów polimerowych, adsorbenty czy też modyfikatory asfaltu.

Badania prowadzone są w ramach projektu finansowanego przez NCBiR w ramach polsko-chońskiej współpracy badawczej pt. „Zrównoważony rozwój recyklingu zużytych opon poprzez funkcjonalizację”. Akronim projektu SUSDEV4REC.

Słowa kluczowe: recykling gumy, funkcjonalizacja powierzchni, materiały kompozytowe

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-39

Natalia Łukaszkiewicz¹, Jakub Bielecki¹, Mateusz Kobus¹, Kamil Kowalski¹

Kamil Kowalski (kamil.kowalski@put.poznan.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej Politechnika Poznańska

EFFECTS OF INDIUM ON THE PROPERTIES OF Mg-Zn BASED ALLOY

Magnesium-based materials have recently become of interest in various applications due to their low densities and good mechanical properties. Various methods can be used to improve properties of Mg-based materials. These modifications include alterations of the chemical composition. The aim of this research is to prepare ultrafine-grained ternary Mg-Zn-In alloy with enhanced mechanical and corrosion properties. The evolution of microstructure, mechanical and corrosion properties of Mg-based alloys were investigated. Bulk Mg-Zn-In alloy was synthesized using a combination of MA and a powder metallurgy technique. Process was performed under an argon atmosphere using a SPEX 8000 Mixer Mill. The mixed powders were mechanically alloyed for 24h. The mixture was uniaxially pressed at a compacting pressure of 400 MPa. The green compacts were sintered under a protective argon atmosphere at 400 °C for 1 h.

The evolution of microstructure, mechanical and corrosion properties of Mg-based alloys were studied. The phase and microstructure analysis were carried out using X-ray diffraction, scanning electron microscopy, and the properties were measured using hardness and corrosion testing equipment. Compared to unmodified alloy samples exhibit higher microhardness, which can be connected to structure refinement, obtaining nanostructure and phase distribution. The potentiodynamic corrosion test results in the 0.1M NaCl indicate that addition of alloying elements shifts the corrosion potential to the less negative value.

Acknowledgements: The work was financed by National Science Centre Poland under the decision no. DEC-2017/27/N/ST8/01556 and by the Ministry of Education and Science in Poland under the 0513/SBAD/4770 project.

Słowa kluczowe: magnesium, zinc, mechanical alloying

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-40

Sebastian Lipa¹, Jacek Sawicki¹, Bogdan Walkowiak¹

Sebastian Lipa (sebastian.lipa@p.lodz.pl)

¹ Politechnika Łódzka/Instytut Inżynierii Materiałowej**SPOSÓB MODELOWANIA KOŚCI UDOWEJ W CEKU OZNACZENIA
OBCIĄŻEŃ W SPERSONALIZOWANYM IMPLANCIE
ORTOPEDYCZNYM DLA OSÓB PO AMPUTACJI KOŃCZYN DOLNYCH**

Obecnie pacjenci po amputacji kończyny powyżej stawu kolanowego najczęściej korzystają z rozwiązań takich, jak dopasowana proteza lejowa modularna. Tradycyjnie w jej górnej części znajduje się specjalny kielich dopasowany do kikuta. Takie rozwiązanie jest przede wszystkim proste i zapewnia wymaganą funkcjonalności ruchową pacjenta. Jednak użytkowanie takiej protezy wiąże się najczęściej ze znacznym dyskomfortem. Powoduje otarcia, owrzodzenia skóry, dolegliwości bólowe spowodowane dużym obciążeniem miejsc styku pomiędzy kielichem protezy a ciałem kikuta. Lepszą, a zarazem nowocześniejszą metodą poprawy dynamiki poruszania się osoby z dysfunkcją jest zastąpienie tradycyjnej metody protezowania metodą, która zakłada wszczepienie śródkostne implantu (endoprotezy) w kość udową. Rozwiązanie takie eliminuje konieczność stosowania leja protezy modularnej co wiąże się z polepszeniem komfortu użytkowania, poprawą mobilności, zakresów ruchów, bezpieczeństwa.

W pracy przedstawiono analizę numeryczną obciążenia kości udowej z implantem śródkostnym indywidualnie dopasowanym do cech anatomicznych pacjenta. W obliczeniach zastosowano prosty model podpory elastycznej w celu wyeliminowania modelowania samej kości udowej. Kość udowa jest strukturą skomplikowaną geometrycznie co powoduje, w modelowaniu numerycznym, konieczność zastosowania dużej liczby elementów oraz złożonych warunków brzegowych. W takim przypadku uzyskanie zadawalających wyników obliczeń wymaga znacznego czasu. W pracy zastosowano podporę z oznaczoną sztywnością, symulującą tkanki kostne co pozwoliło znacząco przyspieszyć prace projektowe implantów śródkostnych indywidualnie dopasowanych do kości pacjenta. W ten sposób pięciokrotnie skrócono czas obliczeń.

Praca finansowana z projektu Custom-ITAP nr POIR.04.0104-00-0058.17

Słowa kluczowe: implant (endoproteza), kość udowa, metody protezowania, modelowanie MES, podpora z oznaczoną sztywnością

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-41

Izabella Krucińska¹, Adam Puszkarz¹, Wiesława Urbaniak-Domagala¹, Michał Puchalski¹, Paulina Dmowska-Jasek², Marcin Łandwajt²

Adam Puszkarz (adam.puszkarz@p.lodz.pl);

¹ Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych, Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Politechnika Łódzka

² Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX", Łódź

ZASTOSOWANIE TECHNIKI ODWRÓCONEJ CHROMATOGRAFII GAZOWEJ DO WERYFIKACJI SKUTECZNOŚCI OBRÓBKII PLAZMOWEJ PRZY JEDNOETAPOWEJ PRODUKCJI KOMPOZYTÓW HYBRYDOWYCH P-ARAMID/ UHMWPE

Jednym z materiałów stosowanych do produkcji osłon balistycznych są kompozyty hybrydowe wytwarzane z udziałem włókien para-aramidowych i wysokocząsteczkowego polietylenu. Klasyczna technologia jest procesem dwuetapowym, w którym następuje konsolidacja oby rodzajów warstw oddzielnie a następnie w drugim etapie warstwy te są łączone. W niniejszej pracy podjęto się uproszczenia technologii poprzez łączenie wszystkich rodzajów warstw w jednym etapie termoformowania. Powodzenie zaproponowanej modyfikacji uwarunkowane jest występowaniem połączenia adhezyjnego między dwoma rodzajami włókien wzmacniających para amidowych i polietylenowych w warstwie interfazy. Celem prowadzonych badań było określenie warunków modyfikacji powierzchniowej materiałów p-aramidowych i polietylenowych w celu zwiększenia ich wzajemnej adhezji. Z tego względu, kluczową informacją jest charakter kwasowo zasadowy powierzchni i wartości stałych: kwasowej K_a i zasadowej K_b . Stałe te określają zdolność przyjęcia elektronów (stała kwasowa) i protonów (stała zasadowa). Z tego powodu, modyfikacja powierzchni poszczególnych materiałów mających się łączyć, w celu nadania im większej adhezji powinna sprowadzać się do uzyskania różnych charakterów obu łączonych powierzchni i możliwie dużych wartości stałych K_a i K_b . Badania prowadzono z udziałem obróbki plazmowej z użyciem azotu, argonu i powietrza za pomocą technologii PACVD. Wytypowano optymalne warunki modyfikacji w oparciu o kryterium wzajemnej relacji stałych kwasowych i zasadowych dla badanych materiałów w oparciu o wyniki odwróconej chromatografii gazowej IGC. Poprawność przyjętego kryterium zweryfikowano poprzez badanie wartości umownej wytrzymałości na ścinanie kompozytów wytworzonych z omawianych prób materiałów zgodnie z normą PN-EN ISO 1413.

Przedstawione badania zostały wykonane w ramach projektu Opracowanie technologii jednoetapowego formowania hybrydowych płyt balistycznych o znacząco zwiększonych aspektach bezpieczeństwa użytkowania realizowanego na podstawie umowy nr POIR.04.01.02-00-0028/17-00.

Słowa kluczowe: kompozyt balistyczny, para-aramid, UHMWPE, modyfikacja powierzchniowa, wspomagane plazmowo chemiczne osadzanie z fazy gazowej PACVD, odwrócona chromatografia gazowa IGC, ILSS

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-42

Michał Krasowski¹, Sandra Ciesielska², Kinga Bociong²

Michał Krasowski (michal.krasowski@umed.lodz.pl)

¹ Uczelniane Laboratorium Badań Materiałowych Uniwersytetu Medycznego w Łodzi² Zakład Stomatologii Ogólnej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi**WPLYW PROPORCJI UDMA/BIS-GMA NA WŁAŚCIWOŚCI
MECHANICZNE ORAZ NAPRĘŻENIA SKURCZOWE
ŚWIATŁOUTWARDZALNEGO KOMPOZYTU ZAWIERAJĄCEGO
WYSOKOCZĄSTECZKOWY ETOKSYLOWANY DIMETAKRYLAN
BISFENOLU A**

Celem przedstawianych badań jest określenie jak zmniejszenie ilości 2,2-bis-[4-(2-hydroksy-3-metakrylooksypropoksy)-fenylopropanu (bis-GMA) wpłynie na zmianę właściwości mechanicznych kompozytu o matrycy zawierającej również etoksylowany dimetakrylanu bisfenolu A (bis-EMA, m. c. cząst. ~1700 g/mol), dimetakrylan triglikolu etylenowego (TEGDMA) oraz 1,6-bis-(metakrylooksy-2-etoksy karbonyloamino) -2,4,4-trimetyloheksan (UDMA).

Wytworzono trzy światłoutwardzalne kompozyty o tej samej zawartości TEGDMA (30% wag.) i bis-EMA (10% wag.). Zmienne były ilości bis-GMA – 0, 5 lub 10% wag. i odpowiednio UDMA – 60, 55 lub 50% wag. Kompozyty zostały napełnione silanizowaną krzemionką w ilości 45% wag. Zbadano wytrzymałość na trójpunktowe zginanie (FS), twardość Vickersa (HV), średnicową wytrzymałość na rozciąganie (DTS) oraz określono wartość naprężeń skurczowych generowanych podczas polimeryzacji kompozytu.

Zarówno w przypadku nienapełnionego, jak i napełnionego kompozytu nie zaobserwowano różnic wartości DTS. Najwyższą wartością FS charakteryzuje się nienapełniony kompozyt bez dodatku bis-GMA (91±14 MPa).

Najwyższą wartością naprężeń skurczowych ma kompozyt o matrycy 0% wag. bis-GMA - napełniony (17±1,0 MPa) – nienapełniony (13,6±0,8 MPa). Najniższe wartości zaobserwowano dla matrycy z 10% wag. bis-GMA (napełniony - 11,4±0,7 MPa; nienapełniony - 7,1±1,0 MPa). W przypadku matryc napełnionych najwyższą wartość twardości zaobserwowano dla kompozytu zawierającego 10% wag. bis-GMA (40±3HV).

Wykazano, że zwiększenie ilości UDMA kosztem bis-GMA w matrycy wpływa na wzrost naprężeń skurczowych. Efekt ten został potwierdzony zarówno dla macierzy, jak i kompozytu. Zmiana proporcji UDMA/bis-GMA nie wpływa w stopniu znaczącym na pozostałe właściwości mechaniczne wytworzonych materiałów.

Słowa kluczowe: bis-GMS, bis-EMA, kompozyt stomatologiczny, właściwości mechaniczne, naprężenia skurczowe

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-43

**Małgorzata Suwalska¹, Bartłomiej Januszewicz¹, Adam Puszkarcz²,
Anna Sobczyk-Guzenda¹**

Małgorzata Suwalska (malgorzata.suwalska@dokt.p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

² Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych, Politechnika Łódzka

WPLYW ZMIENNYCH PARAMETRÓW PROCESU WYTWARZANIA RUSZTOWAŃ NA BAZIE POLILAKTYDU NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE

Urazy, infekcje, choroby zwyrodnieniowe czy nowotwory są powszechnie występującymi czynnikami zaburzającymi biologiczne procesy gojenia tkanki kostnej. Ich obecność skutkuje występowaniem u pacjentów ubytków o rozmiarach przewyższających samonaprawcze zdolności tkanki, których regeneracja wymaga interwencji chirurgicznej. W odpowiedzi na ograniczenia tradycyjnych metod leczenia tj. przeszczepy auto- i allogeniczne, implanty metaliczne oraz ceramiczne, dziedzina medycyny regeneracyjnej tkanki kostnej dała początek syntetycznym, biodegradowalnym rusztowaniom tkankowym, które służą jako tymczasowe pomosty dla adhezji, proliferacji oraz różnicowania komórek osteogennych. Rozwiązują one szereg ograniczeń dotychczas stosowanych rozwiązań, jednak wciąż wymagają optymalizacji w celu uzyskania struktury połączonej sieci porów odpowiedniej wielkości, kontrolowania procesami degradacyjnymi czy poprawy właściwości mechanicznych zachowując strukturę wysokoporowatą skafoldu.

Celem niniejszej pracy była ocena porównawcza wpływu zmiennych parametrów procesu wytwarzania rusztowań polimerowych na porowatość oraz wybrane właściwości użytkowe otrzymanych biomateriałów. Podczas realizacji badań, rusztowania wytwarzane były metodą Odlewania z roztworu połączoną z Ługowaniem Cząstek. Analizowanymi parametrami zmiennymi były rodzaj zastosowanego rozpuszczalnika, w tym dichlorometan, 1,4-dioksan oraz tetrahydrofuran oraz rodzaj i stężenie zastosowanego poroforu, tj. chlorek sodu, sacharoza, cytrynian sodu oraz wodorowęglan potasu. Wytworzone próbki poddano analizie porównawczej morfologii powierzchni, struktury chemicznej oraz właściwości termicznych rusztowań. Ponadto, określono ich porowatość przy zastosowaniu mikrotomografii komputerowej oraz zbadano zwilżalność powierzchni próbek.

Słowa kluczowe: rusztowanie tkankowe, poliester, PLLA, porowatość

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-44

Grzegorz Romaniak¹, Konrad Dybowski¹, Piotr Kula¹, Radomir Atraszkiewicz¹, Łukasz Kołodziejczyk¹, Bartłomiej Januszewicz¹, Anna Sobczyk-Guzenda¹, Anna Jędrzejczak¹, Paulina Kowalczyk¹, Tomasz Kaźmierczak², Jan Siniarski², Łukasz Kaczmarek¹

Grzegorz Romaniak (grzegorz.romaniak@dokt.p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

² Amii Sp. z o.o.

NANOMATERIAŁY GRAFENOWE PRZEZNACZONE DO OCZYSZCZANIA WODY

Wzrost populacji ludzkiej, zmiany klimatu oraz zanieczyszczenie środowiska sprawiły, że konieczne jest opracowanie nowych, bardziej wydajnych materiałów filtracyjnych. Naprzeciw temu wychodzą materiały na bazie grafenu, które mogą zostać zastosowane zarówno w filtracji membranowej, elektrodializie czy jako materiały sorpcyjne. Podstawą działania membrany jest monowarstwowy grafen HSMG® (High Strength Metallurgical Graphene), który jako aktywna część membrany posiada w swojej strukturze atomowej defekty wielkości dziesiątych części nanometra w ilości rzędu 10^{14} cm^{-2} , które są odpowiedzialne za filtrację. Umieszczając grafen na porowatym podparciu polimerowym, a następnie stosując zredukowany tlenek grafenu do selektywnego pokrycia nieciągłości grafenu otrzymano półprzepuszczalną membranę. Jej głównymi zaletami są jednoatomowa grubość warstwy filtrującej oraz przewodnictwo elektryczne grafenu, które w przyszłości pozwoli na zastosowanie tej membrany w hybrydowych procesach filtracyjnych. Elektrody do elektrodializy wody na bazie nanostrukturyzowanego zredukowanego tlenku grafenu wykorzystują dobre przewodnictwo elektryczne grafenu oraz wysoką odporność chemiczną, co czyni je trwałym materiałem zarówno do zastosowania jako katoda jak i anoda. Do absorpcji zanieczyszczeń z wody wykorzystano samonośne piany na bazie zredukowanego tlenku grafenu. Jest to materiał bardzo lekki, o gęstości $0,014 \text{ g cm}^{-3}$. Skuteczność usuwania wolnego chloru z wody wyniosła powyżej 95%.

Badania wykonano w ramach projektu POIR.04.01.04-00-0089/15-00 pod tytułem „Materiały kompozytowe na bazie grafenu przeznaczone do oczyszczania wody” akronim HydroGraf.

Słowa kluczowe: grafen, nanokompozyt, membrana, filtracja, woda

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-45

Łukasz Cieniek

Łukasz Cieniek (lukasz.cieniek@agh.edu.pl)

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

**GAZOCZULE CIENKIE WARSTWY PEROWSKITOWE La(Sr)CoO₃,
La(Sr)FeO₃ WYTWARZANE TECHNIKĄ PLD – ANALIZA ICH
STRUKTURY ORAZ WYBRANYCH WŁASNOŚCI MECHANICZNYCH
I KATALITYCZNYCH**

Podstawowym założeniem prezentowanej pracy badawczej było wytworzenie wysokiej jakości nanokrystalicznych cienkich warstw perowskitów LaCoO₃ oraz LaFeO₃, czystych oraz wzbogaconych domieszką Sr, z wykorzystaniem procesu ablacji laserowej. Materiały tego typu charakteryzują się wyjątkową stabilnością termiczną połączoną z unikalnymi własnościami elektrycznymi, co w zestawieniu z prostą strukturą i składem chemicznym sprawia, że znajdują szerokie zastosowanie jako: czujniki gazu, katalizatory, katody w ogniwach SOFC czy fotokatalizatory światła widzialnego. W tej grupie lantanowców (o wzorze ogólnym ABO₃) na aktywność katalityczną największy wpływ ma rodzaj kationu B oraz możliwość zmiany jego stanu utlenienia w warunkach pracy jak również topograficzne rozwinięcie powierzchni, które znacząco wpływa na liczbę centrów aktywnych chemicznie. Połączenie tak istotnych własności w jednym materiale sprawia, że wytworzone techniką PLD nanostruktury można uznać za funkcjonalne. Do scharakteryzowania powierzchni oraz struktury wewnętrznej otrzymanych cienkich warstw La(Sr)CoO₃, La(Sr)FeO₃ zastosowano szereg dedykowanych technik badawczych: mikroskopię elektronową skaningową/transmisyjną, rentgenowską analizę fazową, mikroskopię sił atomowych oraz spektroskopię XPS. Przeprowadzono również analizę kluczowych własności: adhezji do podłoża, nanotwardości oraz aktywności katalitycznej. Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że wysokiej jakości, jednorodnej warstwy La(Sr)CoO₃, La(Sr)FeO₃ o strukturze nanokrystalicznej i oczekiwanym składzie chemicznym/fazowym, można wytworzyć techniką PLD. Zarejestrowany spadek rezystancji cienkich warstw w atmosferze gazu utleniającego (NO₂) jest typowy dla półprzewodników typu p i wskazuje, że wykazują one wrażliwość na ten gaz.

Słowa kluczowe: cienkie warstwy, perowskity, nanokrystaliczne lantanowce, ablacja laserowa PLD, własności katalityczne

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-46

Łukasz Kaczmarek¹, Eulalia Gliścińska², Sławomir Sztajnowski², Michał Puchalski², Zbigniew Draczyński², Grzegorz Szparaga², Izabella Krucińska²

Łukasz Kaczmarek (lukasz.kaczmarek@p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

² Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych, Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Politechnika Łódzka

**ANALIZA PROCESU SIECIOWANIA WYBRANYCH ŻYWIC
EPOKSYDOWYCH POD KĄTEM MAKSYMALIZACJI
PRZEWIDYWANEJ ICH WYTRZYMAŁOŚCI**

W dobie zrównoważonego rozwoju coraz większą uwagę zwracają kompozyty biopolimerowe wykonane z tworzyw pochodzących ze źródeł odnawialnych, które charakteryzują się mniejszą gęstością w stosunku do klasycznych stalowych materiałów konstrukcyjnych co przyczynia się do obniżenia ich śladu węglowego i zaliczenie ich do klasy produktów przyjaznych środowisku. Uwagę zwracają zarówno żywice wytwarzane z udziałem biokomponentów jak i włókna naturalne. Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie analizy procesu sieciowania dostępnej na rynku biożywicy (wytwarzanej z udziałem tworzyw odnawialnych) w porównaniu z innymi klasycznymi żywicami.

W trakcie realizacji pracy określono właściwości wybranych żywic epoksydowych i opracowano szereg modeli atomowych przy wykorzystaniu elementów mechaniki i chemii kwantowej. Badaniom poddano następujące rodzaje żywic:

SikaBiresin CR75 stanowiącej poly(3,7 dihydroxy – 5 – benzyl – 1, 9 dioxa – 5 azanonamethylene – 1, 4 phenyle);

MULTIBOND-13 – bisphenol A + epichlorohydryna;

EPO 652 – bisphenol A + epichlorohydryna

oraz utwardzacz w postaci: 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamine.

Wyniki badań modelowania na poziomie molekularnym zostały potwierdzone badaniami eksperymentalnymi, co wskazuje na istotność rozwiniętych procedur symulacyjnych przy doborze optymalnego składu materiałów kompozytowych wzmocnionych żywicami epoksydowymi.

Badania wykonane zostały w ramach projektu Nr: POIR.01.01.01-00-0105/21 „Opracowanie nowej rodziny proekologicznych ochronnych barier drogowych i mostowych o poziomie powstrzymywania w klasach do H4b wraz z autorską technologią produkcji” firmy Inter Metal Sp. z o.o., ul. Marcinkowskiego 150, 88-100 Inowrocław, Polska.

Słowa kluczowe: żywice epoksydowe, właściwości wytrzymałościowe, sieciowanie

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-47

Sylwester Pawęta¹, Paulina Byczkowska¹, Joanna Taczala-Warga¹, Monika Gałęziowska¹, Bartłomiej Szternal¹, Przemysław Pawęta¹, Adam Rewers¹, Mateusz Stajuda¹

Sylwester Pawęta (sylwester.paweta@p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Łódzka

FERRYTYCZNE AZOTONAWĘGLANIE NISKOCIŚNIENIOWE W UNIWERSALNYCH PIECACH PRÓŻNIOWYCH

Technologia ferrytycznego azotonawęglania jest nadal szeroko stosowana, głównie w branży motoryzacyjnej. Najbardziej rozpowszechnionymi w przemyśle światowym są metody: kapielowa, gazowa oraz plazowa/jonowa. Nowością opracowywanej przez autorów technologii jest wykorzystanie zakresu obniżonego ciśnienia oraz organizacja procesu polegająca na następujących po sobie segmentach dozowania gazów (amoniak i acetylen) oraz segmentach wytrzymałości (dyfuzji). Istotne jest, że po niewielkich modyfikacjach lub wręcz jedynie zmianach w oprogramowaniu, można ją realizować w uniwersalnych piecach próżniowych – rozpowszechnianych w przemyśle światowym.

Tak opracowana technologia prowadzi do przyspieszenia procesu, gdyż umożliwia jego prowadzenie w zmiennym, okresowo wyższym, potencjale azotowym i węglowym atmosfery. Ponadto beztlenowa atmosfera powoduje wydłużenie żywotności urządzeń do realizacji procesu. Istotne jest również zmniejszenie wpływu na środowisko naturalne poprzez ograniczenie emisji gazów poprocesowych.

Założeniami projektu jest uzyskanie w procesach realizowanych w obniżonym ciśnieniu, niegorszych właściwości użytkowych warstwy wierzchniej, w porównaniu do technologii stosowanych obecnie. Jednocześnie zużycia gazów procesowych o 40% mniejszych od analogicznych procesów realizowanych w piecach wglębnych w wariancie azotonawęglania gazowego.

Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu LIDER XII. Numer umowy LIDER/3/0025/L-12/20/NCBR/2021.

Słowa kluczowe: azotonawęglanie, azotowanie, nawęglanie, piec próżniowy, stal

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-48

Olha Dvirna¹, Agata Wieczorska¹, Norbert Abramczyk¹, Anna Lesnau¹

Olha Dvirna (o.dvirna@wm.umg.edu.pl)

¹ Uniwersytet Morski w Gdyni

PROCES OBRÓBKI POWIERZCHNI POSPAWALNICZYCH Z WYKORZYSTANIEM INNOWACYJNEGO NARZĘDZIA SKRAWAJĄCEGO

Przedmiotem badań przedstawionych w artykule jest sposób obróbki wykańczającej powierzchni pospawalniczych, który polega na przesuwaniu narzędzia skrawającego wzdłuż spoiny i jednoetapowym usunięciu nadkładu lica spoiny przy użyciu specjalistycznego narzędzia skrawającego. Najczęściej stosowanym w zakładach przemysłowych sposobem obróbki wykańczającej powierzchni elementów spawanych i usuwania nadkładu jest szlifowanie. Taki sposób obróbki prowadzi bardzo często do powstawania wad powierzchniowych oraz szeregu niekorzystnych zjawisk fizyko-chemicznych i mechanicznych wpływających na jakość, żywotność i bezpieczeństwo eksploatacji elementów spawanych. Do wymienionych zjawisk negatywnych możemy zaliczyć miejsca lokalnie odpuszczone lub zahartowane wtórnie, w których warstwie wierzchniej dochodzi do tworzenia się karbów strukturalnych i spiętrzenia rozciągających naprężeń własnych. W efekcie wymienione wady mogą prowadzić do tworzenia i rozwoju pęknięć zwykłych i zmęczeniowych, zatarć oraz innych uszkodzeń z nimi związanych.

W przeciwieństwie do szlifowania przedstawiony proces obróbki z użyciem narzędzia skrawającego pozbawiony jest przedstawionych powyżej wad. Ten proces charakteryzuje się krótkim czasem obróbki spoiny i w efekcie znacznym zwiększeniem wydajności produkcji. Ponadto specjalistyczne narzędzie skrawające zapewnia niskie odchyłki kształtu i położenia obrabianej powierzchni, wysoką dokładność i jakość warstwy wierzchniej. Ostrza takiego narzędzia mają wysoką żywotność i zwiększoną wytrzymałość na obciążenia uderzeniowe dzięki użytej niestandardowej geometrii. Zużycie narzędzia skrawającego w trakcie obróbki jest powolne. Proces ten jest nieszkodliwy i mało uciążliwy dla człowieka i środowiska naturalnego.

Słowo kluczowe: spoina, narzędzie skrawające, obróbka powierzchni pospawalniczych, jakość warstwy wierzchniej, naprężenia własne

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-49

Monika Spyrka

Monika Spyrka (monika.spyrka@p.lodz.pl)
Instytut Inżynierii Materiałowej Politechnika Łódzka

OPRACOWANIE TECHNOLOGII OTRZYMYWANIA NOWEGO KOMPOZYTU CERAMICZNEGO NA BAZIE SFERYCZNEGO Al_2O_3 DO PRACY W WYSOKICH TEMPERATURACH

W badaniach przedstawiono rozwiązanie problemu technologicznego, szeroko występującego w branży ceramicznej, a mianowicie braku odpowiednich pod względem konstrukcyjnym, wytrzymałościowym i użytkowym materiałów pomocniczych przy produkcji ceramiki tlenkowej pracującej w zakresie temperatur 1650-1800°C. Zaproponowany materiał ceramiczny bazujący w swym składzie na sferycznej postaci tlenku aluminium, otrzymywany metodą prasowania jednoosiowego, stanowi rozwiązanie powyższych trudności technologicznych i produkcyjnych.

Prace badawcze oparte zostały o laboratoryjne przygotowanie nowego kompozytu ceramicznego na bazie sferycznego Al_2O_3 , opracowanie technologii jego produkcji oraz o szczegółowe badania materiałowe. W skład wykonanych inspekcji wchodzi m.in. badania materiałów wsadowych takie jak analiza sitowa, badania wielkości uziarnienia metodą dyfrakcji laserowej, analiza jakościowa i ilościowa składu chemicznego surowców. Właściwości materiałowe gotowego produktu ceramicznego zostały określone przy pomocy m.in. badań absorpcji wody, gęstości, rozkładu i dystrybucji porów, wytrzymałości materiału na zginanie i ściskanie, TG-DTA, tomografii rentgenowskiej. Przedstawione wyniki badań pokazują, iż możliwym jest zastosowanie alternatywnych kompozycji materiałowych opartych na bazie sferycznego Al_2O_3 do zastosowań jako materiał ogniotrwały w przemyśle ceramicznym.

Opracowany materiał ogniotrwały oraz technologia jego wytwarzania, zostały zmodyfikowane w taki sposób, aby zapewnić wyrobom specyficzne własności wynikające z przeznaczenia tego typu materiałów do pracy w środowisku wysokich temperatur z jednoczesnym zwróceniem uwagi na ekonomiczność procesów produkcyjnych. Dzięki temu może on być produkowany z surowców ogólnie dostępnych w technologiach przemysłu ceramicznego.

Słowa kluczowe: Al_2O_3 , sfera, kompozyt ceramiczny, ceramika tlenkowa

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-50

Paulina Kowalczyk¹, Konrad Dybowski¹, Bartłomiej Januszewicz¹, Marcin Makówka¹

Paulina Kowalczyk (paulina.kowalczyk@edu.p.lodz.pl);

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

WPLYW ALUMINIOWANIA NA ZAWARTOŚĆ AUSTENITU SZCZĄTKOWEGO I WARTOŚĆ NAPRĘŻEŃ W HYBRYDOWYM PROCESIE NAWĘGLANIA NISKOCIŚNIENIOWEGO Z METALIZACJĄ

W badaniach przedstawiono koncepcję modyfikacji właściwości fizykochemicznych warstw nawęglanych niskociśnieniowo poprzez jednoczesne nasycanie dyfuzyjne węglem i aluminium (hybrydowy proces Al+LPC). W celu nasycenia warstwy aluminium, nakładano powłoki metoda PVD a następnie wygrzewano. Po etapie nasycania materiału aluminium rozpoczęto wieloetapowy proces nawęglania niskociśnieniowego, po czym próbki poddano obróbce cieplnej składającej się z hartowania oraz niskiego odpuszczania.

Zastosowanie hybrydowego procesu obróbki powierzchni polegającego na połączeniu efektu metalizacji dyfuzyjnej i nawęglania niskociśnieniowego (LPC) spowodowało zmniejszenie ilości austenitu szczątkowego oraz zmniejszenie naprężeń w warstwie nawęglonej. Ma to szczególne znaczenie w przypadku nawęglania stali niskostopowych zawierających nikiel, w których dochodzi do powstania wyższej zawartości austenitu szczątkowego w warstwie wierzchniej po nawęglaniu. Uzyskane rozkłady naprężeń w warstwie oraz przypowierzchniowy poziom austenitu szczątkowego porównano z próbkami referencyjnymi po analogicznym procesie nawęglania, bez wzbogacania warstwy wierzchniej aluminium.

Słowa kluczowe: nawęglanie niskociśnieniowe, proces hybrydowy, aluminiowanie, metalizacja

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-51

Anna Jędrzejczak¹, Adrianna Borowska², Natalia Plusa²

Anna Jędrzejczak (anna.jedrzejczak@p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

² Politechnika Łódzka

MODYFIKACJA W PLAZMIE SF₆ POWIERZCHNI STOPU TYTANU Ti6Al7Nb I WPLYW JEJ PARAMETRÓW NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI

Technologie plazmowe stanowią potężne narzędzie w obszarze modyfikacji powierzchni materiałów. W zależności od zastosowanej techniki, parametrów procesu oraz wykorzystanych prekursorów pozwalają na modyfikację jej składu chemicznego a także topografii, co w efekcie przekłada się na zmianę właściwości użytkowych, takich jak: mechaniczne, tribologiczne, biologiczne, optyczne, dekoracyjne a także zwilżalność i energię powierzchniową. Jednym ze sposobów umożliwiających zmianę składu chemicznego oraz topografii powierzchni są procesy suchego trawienia w plazmie fluorowej. Procesy te mogą być realizowane bez lub z wykorzystaniem maski, co pozwala odwzorować jej geometrię na trawionej powierzchni. Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie procesów trawienia podłoży wykonanych ze stopu tytanu Ti6Al7Nb w plazmie SF₆ z wykorzystaniem maski ze stali nierdzewnej i zbadanie wpływu parametrów trawienia na wybrane właściwości zmodyfikowanej w ten sposób powierzchni, takie jak, między innymi: morfologia, topografia, skład chemiczny a także zwilżalność.

Przeprowadzone badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki, w ramach projektu badawczego pt.: „Badania mechanizmów trawienia powierzchni stopu tytanu Ti6Al7Nb w plazmie na bazie fluoru” (2018/31/D/ST5/03581).

Słowa kluczowe: Ti6Al7Nb, stop tytanu, suche trawienie, SF₆

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-52

Anna Jędrzejczak¹, Marcin Makówka¹, Andrzej Nosal¹, Mateusz Paluch²

Mateusz Paluch (234496@edu.p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

² Politechnika Łódzka

BADANIA WPŁYWU TOPOGRAFII I SKŁADU CHEMICZNEGO POWIERZCHNI STOPU Ti6Al7Nb TRAWIONEJ W PLAZMIE FLUOROWEJ NA JEJ WŁAŚCIWOŚCI TRIBOLOGICZNE

Technika suchego trawienia stanowi atrakcyjne narzędzie umożliwiające modyfikację składu chemicznego oraz topografii powierzchni materiałów. Stosowana dotąd szeroko w celu kształtowania struktury geometrycznej powierzchni krzemu wykorzystywanego w produkcji układów MEMS jest również niezwykle obiecującą techniką, którą można zastosować dla potrzeb obróbki powierzchni innych materiałów. W ramach niniejszej pracy przeprowadzono procesy suchego trawienia w plazmie SF₆ powierzchni stopu tytanu Ti6Al7Nb. W trakcie obróbki wykorzystano maski ze stali nierdzewnej, uzyskując tym samym pattern na trawionej powierzchni. Głównym celem pracy było zbadanie wpływu topografii oraz składu chemicznego powierzchni tak zmodyfikowanego stopu na właściwości tribologiczne. Do badań podłożo wykorzystano metodę ball-on-disc, w której jako przeciwpóbkę zastosowano kulkę wykonaną ze stali nierdzewnej 316L. Zbadana została także morfologia powierzchni za pomocą elektronowej mikroskopii skaningowej (SEM) oraz skład chemiczny metodą spektrometrii dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (EDS). Analizę topografii powierzchni przeprowadzono za pomocą profilometru optycznego.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki, w ramach projektu badawczego pt.: „Badania mechanizmów trawienia powierzchni stopu tytanu Ti6Al7Nb w plazmie na bazie fluoru” (2018/31/D/ST5/03581).

Słowa kluczowe: stop tytanu Ti6Al7Nb, plazma SF₆, właściwości tribologiczne

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-53

Anna Jędrzejczak¹, Mateusz Paluch², Andrzej Nosal¹, Marcin Makówka¹

Marcin Makówka (marcin.makowka@p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

² Politechnika Łódzka

WŁAŚCIWOŚCI TRIBOLOGICZNE POWIERZCHNI STOPU TYTANU Ti6Al7Nb TRAWIONEJ W PLAZMIE SF₆

Skład chemiczny i topografia powierzchni materiałów inżynierskich w znaczący sposób wpływają na ich właściwości użytkowe, w tym właściwości tribologiczne. Istnieje wiele metod umożliwiających modyfikację powierzchni. Jednym z najpopularniejszych sposobów pozwalających na zmianę jej składu chemicznego jest synteza powłok z wykorzystaniem technologii plazmowych. Natomiast w celu odpowiedniego ukształtowania topografii powierzchni stosuje się najczęściej obróbkę strumieniowo-ścierną oraz obróbkę za pomocą lasera (np. strukturyzację laserową).

Celem niniejszej pracy było zbadanie właściwości tribologicznych powierzchni stopu tytanu Ti6Al7Nb trawionego w plazmie SF₆ z wykorzystaniem maski wykonanej ze stali nierdzewnej. Do badań tak zmodyfikowanych podłoży wykorzystano metodę ball-on-disc, w której jako przeciwpróbkę zastosowano kulkę ceramiczną ZrO₂. Zbadane zostały także: topografia powierzchni za pomocą profilometru optycznego oraz morfologia za pomocą elektronicznej mikroskopii skaningowej (SEM).

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki, w ramach projektu badawczego pt.: „Badania mechanizmów trawienia powierzchni stopu tytanu Ti6Al7Nb w plazmie na bazie fluoru” (2018/31/D/ST5/03581).

Słowa kluczowe: właściwości tribologiczne, stop tytanu Ti6Al7Nb, suche trawienie, plazma SF₆

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-54

Agnieszka Twardowska

Agnieszka Twardowska (agnieszka.twardowska@up.krakow.pl)
Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie

**TEMPERATURA I SKŁADOWE SIŁY SKRAWANIA A MECHANIZMY
ZUŻYCIA FREZÓW ZE STALI M2 POKRYTYCH WIELOWARSTWOWĄ
POWŁOKĄ (TiB/TiSiC)_{x3}**

Frezy ze stali M2 pokryte wielowarstwową powłoką amorficzną typu (TiB_x/TiSi_yC_z)_{x3} otrzymaną metodą ablacji laserowej oraz frezy M2 bez powłoki, poddano testom pracą w dwóch wariantach parametrów frezowania obwodowego stali AISI 316L. Frezowanie prowadzono przeciwbieżnie, bez stosowania cieczy chłodząco-smarujących. W trakcie testów mierzono składowe siły frezowania oraz temperaturę generowaną w obrabianym obszarze. Stwierdzono, że frezowanie stali 316L narzędziami powlekanymi odbywało się z mniejszymi siłami i w niższej temperaturze, w porównaniu do frezowania niepewlekanymi narzędziami, ale tylko przy zastosowanych niższych parametrach obróbki. Powierzchnię frezów poddano obserwacjom mikrostrukturalnym przy wykorzystaniu metod skaningowej mikroskopii elektronowej SEM z towarzyszącą im analizą składu chemicznego metodą energio-dyspersyjną EDS. Wykazano, że zużycie narzędzi M2 pokrytych i nie pokrytych powłoką miało głównie charakter ścierny. Ostrza narzędzi bez powłoki zużywały się z większą intensywnością, na ich krawędziach widoczne były ślady odkształcenia plastycznego. Na krawędziach frezów pokrytych, pracujących przy wyższych parametrach skrawania zaobserwowano silniejsze tworzenie się narostu niż na narzędziach bez pokrycia testowanych w tych samych warunkach. Analiza EDS wykazała różnice w składzie chemicznym produktów reakcji tribochemicznych zidentyfikowanych na powierzchniach zużytych ostrzy. Obecność tlenków (tytanu, krzemu i boru) stwierdzono jedynie w produktach zużycia narzędzi pokrytych powłoką, pracujących przy niższych parametrach obróbki. Tlenki te wiązano z obniżonymi wartościami składowych siły frezowania i niższą temperaturą w obszarze obróbki.

Słowa kluczowe: powłoki wielowarstwowe, TiB₂, Ti_xSiC_y, M2; PLD; frezowanie obwodowe, składowe siły skrawania; temperatura skrawania, zużycie, mechanizmy zużycia

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-55

**Paweł Kochmański¹, Jolanta Baranowska¹, Renata Chylińska¹, Paweł Figiel¹,
Sebastian Fryśka¹, Agnieszka Elżbieta Kochmańska¹, Magdalena
Kwiatkowska¹, Konrad Kwiatkowski², Agata Niemczyk¹, Justyna Słowik¹,
Wojciech Maziarz³, Łukasz Rogal³**

Paweł Kochmański (pawel.kochmanski@zut.edu.pl)

¹ Katedra Technologii Materiałowych, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

² Katedra Mechaniki Technicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

³ Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN w Krakowie

MIKROSTRUKTURA I WŁAŚCIWOŚCI AZOTOWANEJ GAZOWO STALI 40CrMnNiMo8-6-4

Celem oceny możliwości poprawy trwałości eksploatacyjnej materiałów stosowanych na narzędzia górnicze, azotowaniu gazowemu poddano stal o gatunku 40CrMnNiMo8-6-4 po ulepszeniu cieplnym. Hartowanie przeprowadzono w oleju z temperatury 860°C, a odpuszczanie w temperaturze 580°C przez 2 godz. Twardość stali po hartowaniu wynosiła 59HRC, a po odpuszczaniu 36HRC. Azotowanie gazowe wykonano w temperaturze 565°C w czasie 9 godz. w atmosferze 15–20% amoniaku rozcieńczonego produktami jego dysocjacji. Całkowita grubość wytworzonej warstwy wynosiła ok. 315µm, a grubość „białej warstwy” ok. 7µm. Twardość maks. warstw wynosiła ok. 700HV0,1. Budowę fazową badano techniką XRD oraz transmisyjną mikroskopią elektronową TEM. W warstwie zidentyfikowano azotki typów ε oraz γ' a w strefie dyfuzyjnej także roztwór azotu w żelazie alfa. Badania mikrostruktury przeprowadzono mikroskopią świetlną (LM) oraz elektronową skaningową (SEM) i transmisyjną (TEM). Badano wytrzymałość zmęczeniową azotowanych próbek (fi 12mm x 160mm) zginanych trójpunktowo. Zastosowano naprężenia odzerowotętniające. Badania prowadzono na maszynie wytrzymałościowej przy wartościach naprężeń maks.: 1250 do 1500MPa. Zaobserwowano znaczący wzrost wytrzymałości zmęczeniowej próbek azotowanych w porównaniu z próbkami jedynie ulepszonymi cieplnie. Badania przeprowadzono w ramach projektu: „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii wytwarzania ultrawytrzymałych stali przeznaczonych na strategiczne elementy maszyn w przemyśle wydobywczym”. Nr Umowy POIR.01.01.01-00-0418/19-00.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Inteligentny Rozwój. Projekt realizowany w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju: Szybka Ścieżka.

Keywords: azotowanie gazowe, wytrzymałość zmęczeniowa

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-56

Katarzyna Panasiuk¹, Norbert Abramczyk¹, Daria Żuk¹, Sebastian Drawing¹

Daria Żuk (d.zuk@wm.umg.edu.pl)

¹ Uniwersytet Morski w Gdyni**ANALIZA PARAMETRÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH KOMPOZYTÓW
POIESTROWO SZKLANYCH MODYFIKOWANYCH NAPEŁNIACZEM
ALUMINIOWYM Z WYKORZYSTANIEM BADAŃ STATYSTYCZNYCH**

Celem badań była analiza wpływu proszku aluminiowego na właściwości mechaniczne kompozytów. Materiały zostały wytworzone z włókien szklanych o losowym kierunku włókien oraz żywicy poliestrowej z dodatkiem proszku aluminiowego jako napełniacza. Porównano parametry wytrzymałościowe materiałów uzyskane podczas statycznej próby rozciągania i badania twardości. Wyniki poddano analizie statystycznej uwzględniając zmianę ilości napełniacza, obserwowano również struktury z wykorzystaniem mikroskopu optycznego. Analiza otrzymanych wyników badań wykazała, że dodatek proszku aluminiowego w ilości 2% obniża twardość przy jednoczesnym zwiększeniu modułu sprężystości podłużnej. Dodatek proszku aluminiowego w ilości 5% i 10% spowodował obniżenie twardości kompozytów, przy jednoczesnym zwiększeniu modułu Younga. Wartości pomiarów twardości poddano analizom statystycznym na poziomie istotności $\alpha = 95$. Test Shapiro-Wilka potwierdził, że zmienne twardości dla wszystkich badanych próbek znajdowały się w rozkładach normalnych, w związku z tym do testowania różnic używano testów parametrycznych o największej mocy. Za pomocą testu t-Studenta potwierdzono, że pomiędzy parami zmiennych w konfiguracjach: próbka wzorcowa z próbką modyfikowaną, dla wszystkich badanych próbek występują istotne różnice statystyczne w rozkładach wartości twardości. Badania wykazały, że modyfikacja właściwości mechanicznych i wytrzymałościowych materiałów kompozytowych, poprzez zastosowanie napełniacza aluminiowego pozwala na uzyskanie materiałów o zmiennych parametrach, które mogą znaleźć zastosowanie w wielu nowych obszarach w zależności od zastosowania i wymagań użytkownika.

Słowa kluczowe: kompozyty, proszek aluminiowy, statyczna próba rozciągania, twardość, analiza statystyczna

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-57

Magdalena Jakubowska¹, Anna Sypień², Robert Chulist²

Magdalena Jakubowska (magdalena.jakubowska@udt.gov.pl)

¹ Urząd Dozoru Technicznego² Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. Aleksandra Krupkowskiego Polskiej Akademii Nauk

CHARAKTERYSTYKA MIKROSTRUKTURY ORAZ SKŁADU FAZOWEGO STALI ŻAROWYTRZYMAŁEJ PRACUJĄCEJ W CYKLACH OBCIĄŻENIOWYCH W WARUNKACH PODWYŻSZONEJ TEMPERATURY I CIŚNIENIA

W związku z obecną sytuacją energetyczną w Polsce znacząca większość bloków energetycznych osiągnęła lub znacznie przekroczyła projektowaną ilość godzin pracy. Dodatkowo, z powodu rosnącego udziału odnawialnych źródeł energii w systemie energetycznym, praca kotłów oparta jest na bilansowaniu różnic energetycznych. Fakt ten znacznie skraca ich życie ze względu na nienaturalny system częstego włączania i wyłączania. Znajomość rodzajów, intensywności oraz uprzywilejowanych obszarów działania procesów niszczenia tj. pełzanie i zmęczenie niskocyklowe są niezbędne dla prawidłowej oceny stanu badanego elementu. Degradację struktury opisuje zespół czynników strukturalnych i fizykochemicznych, które ulegają zmianie pod działaniem podwyższonej temperatury i naprężenia, w relatywnie długim czasie podczas eksploatacji. Elementy krytyczne części ciśnieniowych kotła energetycznego ze stali niskostopowej typu 14MoV6-3 narażone są na pracę w warunkach dynamicznych oraz obciążenia temperaturowego, co prowadzi do rozpadu struktury oraz rozwoju procesów wydzieleniowych. W artykule przedstawiono wyniki badań strukturalnych stali 14MoV6-3 w stanie wyjściowym oraz po długotrwałej eksploatacji w warunkach pełzania. Elementy do badań zostały pozyskane z polskich elektrowni po przekroczeniu szacowanej żywotności 100 000 godzin. Analizę zmian struktury przeprowadzono stosując metodę dyfrakcji elektronów wstecznie rozproszonych EBSD, ukazującą zmiany struktury dyslokacyjnej oraz stopień odkształcenia wraz z postępującym czasem eksploatacji. Rozwój procesów wydzieleniowych analizowano za pomocą promieniowania synchrotronowego oraz transmisyjnej mikroskopii elektronowej TEM. Badania te pozwoliły na wyznaczenie schematu wydzieleniowego stali 14MoV6-3 zależnego od czasu eksploatacji.

Badania realizowane są w ramach projektu „Doktorat Wdrożeniowy” nr DWD/3/29/2019 finansowanego przez Ministra Edukacji i Nauki.

Słowa kluczowe: analiza fazowa, dyfrakcja elektronów wstecznie rozproszonych EBSD, stal 14MoV6-3, degradacja struktury, pełzanie, zmęczenie

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-58

Dorota Rylska¹, Grzegorz Sokolowski², Krzysztof Sokolowski²

Dorota Rylska (dorota.rylska@p.lodz.pl)

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka² Zakład Stomatologii Zachowawczej UMED Łódź

OCENA WPLYWU PROCESÓW MODELUJĄCYCH NAPALANIE CERAMIKI DENTYSTYCZNEJ NA WYBRANE WŁASNOŚCI ODLEWNICZYCH TWORZYW METALICZNYCH Z GRUPY STOPÓW NIKLOWO-CHROMOWYCH

Istnieje niewiele opracowań dotyczących wpływu wypalania ceramiki dentystycznej na właściwości korozyjne stopów niklowo-chromowych. Produkty korozji tych stopów w postaci jonów niklu i innych metali mogą być szkodliwe dla tkanek człowieka. W pracy badano wpływ krótkookresowej obróbki termicznej, symulującej pełne napalanie ceramiki dentystycznej na właściwości korozyjne stopów Ni-Cr. Badaniom poddano dwa stopy dentystyczne: Ceramic N oraz Ivoclar Vivadent 4all. scharakteryzowano stopy w stanie wyjściowym poprzez analizę mikrostruktury, składu oraz profilu powierzchni a także wykonano badania określające odporność na korozję elektrochemiczną (gęstości prądu i potencjału korozyjnego, krzywe potencjodynamiczne). Następnie stopy poddano symulacji napalania ceramiki z uwzględnieniem temperatur odpowiadających wypalaniem poszczególnych mas ceramicznych. Po przeprowadzonym procesie obróbki termicznej ponownie określono wyżej wymienione właściwości. Analiza charakterystyk materiałów przed jak i po symulacji napalania ceramiki wykazała, że omawiany proces nie powoduje powstawania zanieczyszczeń chemicznych na powierzchni stopów, skutkuje rozrostem ziaren oraz zmianami w profilu powierzchni. Wyniki badań elektrochemicznych wykazały niewielkie pogorszenie wartości parametrów korozyjnych po symulacji napalania ceramiki. Spadek odporności korozyjnej może wynikać ze zwiększonej grubości i niejednorodności warstw tlenków na powierzchni.

Słowa kluczowe: stopy Ni-Cr, korozja, symulacja obróbki cieplnej

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-59

**Grzegorz Sokółowski¹, Agata Szczesio-Włodarczyk², Jerzy Sokółowski³,
Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik⁴, Dorota Rylska⁵**

Agata Szczesio-Włodarczyk (agata.szczesio-wlodarczyk@umed.lodz.pl)

¹ Zakład Protetyki Stomatologicznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

² Uczelniane Laboratorium Badań Materiałowych, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

³ Zakład Stomatologii Ogólnej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

⁴ Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Politechnika Łódzka

⁵ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

**OCENA WPŁYWU TRAWIENIA CERAMIKI CYRKONIOWEJ ORAZ
PRIMERÓW NA WYTRZYMAŁOŚĆ JEJ POŁĄCZENIA Z CEMENTEM
ŻYWICZYM**

Ceramika cyrkoniowa z uwagi na unikalne właściwości coraz częściej jest wykorzystywana w protetyce stomatologicznej, jednak polikrystaliczna budowa utrudnia adhezyjne przygotowanie jej powierzchni do połączenia z cementami żywicznymi. Standardowo przygotowanie powierzchni ceramiki obejmuje piaskowanie tlenkiem glinu i użycie primerów, co nie zapewnia optymalnego połączenia. Poszukując korzystniejszej metody adhezyjnego przygotowania powierzchni ceramiki podjęto badania trawienia ceramiki cyrkoniowej Ceramill Zi (Amann Girrbach) systemem trawienia Zircos E (Bio Den Co, Korea) (zbuforowana mieszaninami kwasów azotowego i solnego). W badaniach SEM i profilometrycznych oceniono wpływ trawienia ceramiki na strukturę i stopień rozwinięcia jej powierzchni. W badaniach wytrzymałościowych oceniono wytrzymałość połączenia ceramiki z cementem żywicznym za pośrednictwem primerów (Monobond Plus oraz MKZ Primer) i systemu wiążącego. Badania wytrzymałości połączenia przeprowadzono po 24 godz. przechowywania próbek w wodzie (37°C) i po poddaniu próbek starzeniu termocyklicznemu (5000 cykli, 5°C/55°C). Wykazano, że trawienie ceramiki cyrkoniowej powodowało rozwinięcie powierzchni i istotny wzrost wytrzymałości jej połączenia z cementem żywicznym. Zastosowanie primerów korzystnie wpłynęło na wytrzymałość połączenia cementu żywicznego z ceramiką cyrkoniową. Starzenie termocykliczne znacznie zmniejszyło wytrzymałość połączeń, z wyjątkiem próbek piaskowanych i pokrytych MKZ Primerem, dla których nie odnotowano spadku wytrzymałości połączenia.

Słowa kluczowe: ceramika cyrkoniowa, trawienie, struktura powierzchni, wytrzymałość połączenia

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-60

Emila Brancewicz-Steinmetz¹, Paulina Byczkowska¹, Sarah Geyskens², Mootaz Ben Zinouba³, Sebastian Lipa¹, Jacek Sawicki¹

Paulina Byczkowska (paulina.byczkowska@p.lodz.pl)

¹ Politechnika Łódzka Wydział Mechaniczny Instytut Inżynierii Materiałowej

² Department of Electromechanical, Systems and Metal Engineering (EMSME), Faculty of Engineering and Architecture, Ghent University

³ Department of Mechanical Engineering, National Engineering School of Tunis, University of Tunis El Manar

WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE STRUKTUR WIELOMATERIAŁOWYCH SCHWARZ PRIMITIVE WYTWARZANYCH METODĄ DRUKU 3D Z PLA I TPU

Wykorzystanie technologii druku 3D umożliwia produkcję złożonych struktur, w tym również takich jak potrójnie okresowe powierzchnie minimalne (TPMS- triply periodic minimal surfaces). Zachowanie wielomateriałowych struktur kratowych pod wpływem ściskania jest ważnym aspektem dla wielu zastosowań, ponieważ przewyższa ono struktury sześciennie (BCC- body-centered cubic) pod względem sztywności i wytrzymałości. Hybrydowa miętko-twarda struktura TPMS rozważana w artykule to Schwarz Primitive (P), zaprojektowana przy użyciu oprogramowania MSLattice. W pracy przebadano eksperymentalnie i numerycznie struktur o zmiennym udziale procentowym materiałów miękkich (TPU) i twardych (PLA). Symulacje zrealizowane zostały przy użyciu modelowania elementów skończonych (MES) w oprogramowaniu ANSYS. Wyniki numeryczne zostały zweryfikowane na podstawie danych eksperymentalnych na próbkach wytworzonych metodą druku 3D wyeksportowanych z modeli numerycznych.

Wyniki pokazują, że racjonalne ułożenie materiałów miękkich i twardych sprawia, że struktura Schwarz Primitive w porównaniu do struktur z jednym materiałem znacząco poprawia właściwości wytrzymałościowe na ściskanie i jest interesującym aspektem dla wielu kolejnych rozważań.

Badania współfinansowane ze środków Fundacji Politechniki Łódzkiej – Mikrodatacje.

Słowa kluczowe: druk 3D, technologie addytywne, TPU, PLA, analiza numeryczna, wytrzymałość na ściskanie

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SK-61

Agnieszka Tomaszewska¹, Milena Kierat², Maciej Liśkiewicz¹

Agnieszka Tomaszewska (agnieszka.tomaszewska@polsl.pl)

¹ Politechnika Śląska

² Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metalurgii Żelaza im. Stanisława Staszica

WYKORZYSTANIE MAP STRUKTURY DO IDENTYFIKACJI SKŁADNIKÓW FAZOWYCH W STOPACH BEZWOLFRAMOWYCH TYPU Co-(Ni)-Al-Mo-Nb

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczące identyfikacji składu fazowego nowych nadstopów kobaltu umacnianych po obróbce cieplnej fazą L₁₂ o ogólnym wzorze Co₃(Al,X). Ocenie poddano dwa stopy tj. stop Co-10Al-5Mo-2Nb oraz stop modyfikowany niklem typu Co-20Ni-10Al-5Mo-2Nb w stanie bezpośrednio po odlaniu. Stop otrzymano metodą odlania indukcyjnego w atmosferze argonu. Zakres badań obejmował charakterystykę struktury pierwotnej stopów, zwłaszcza w obszarach międzydendrytycznych, ze szczególnym uwzględnieniem zlokalizowanych w nim wydzieleni. Identyfikacji wydzieleni dokonano stosując metody EBSD (*Electron Back Scattered Diffraction*) oraz TEM (*Transmission Electron Microscopy*) wraz z dyfrakcjami elektronowymi. Uzyskane wyniki skonfrontowano z wynikami symulacji metodą CALPHAD oraz symulacji metodą map struktury (uwzględniających średnie stężenie elektronów oraz współczynnik różnicy wielkości, zależny od składu chemicznego).

Przeprowadzone badania eksperymentalne wykazały obecność faz topologicznie zwartych typu B₂, μ oraz faz Laves'a i pożądaną fazę L₁₂. Rezultaty te są zgodne z wynikami symulacji metodą CALPHAD oraz map struktury. Wskazuje to na wysoką skuteczność predykcji składu fazowego nowych nadstopów kobaltu z grupy Co-Al-X, zwłaszcza przypadku dwuwymiarowej metody map struktury.

Słowa kluczowe: nowe nadstopy kobaltu, mapy struktury, CALPHAD, skład fazowy

Praca wydana na licencji Creative Commons: CC BY 3.0 (Uznanie Autorstwa 3.0 Polska).



SPIS AUTORÓW

Norbert Abramczyk	SK-20	SK-21	SK-48	SK-56	Leszek Klimek	SK-16			
Klaudia Anuszewska	SK-34				Mateusz Kobus	SK-39			
Radomir Atraszkiewicz	SK-44				Agnieszka Kochmańska	SK-23			
Göksu Azizağaoğlu	SK-8				Agnieszka Elżbieta Kochmańska	SK-55			
Rafał Babilas	SK-22				Paweł Kochmański	SK-23	SK-55		
Jolanta Baranowska	SK-55				Łukasz Kolodziejczyk	SK-28	SK-29	SK-30	SK-44
Agnieszka Bąk	SK-25				Kinga Korniejenko	SK-8	SK-9	SK-25	
Anna Bednarowicz	SK-35				Joanna Korzekwa	SK-17			
Jakub Bielecki	SK-39				Agnieszka Kowalczyk	SK-34			
Agnieszka Bigos	SK-36				Paulina Kowalczyk	SK-44	SK-50		
Kinga Bociong	SK-42				Magdalena Kowalewska	SK-10			
Adrianna Borowska	SK-51				Kamil Kowalski	SK-39			
Emila Brancewicz-Steinmetz	SK-27	SK-31	SK-60		Barbara Kozub	SK-9			
Monika Bugajska	SK-36				Michał Krasowski	SK-42			
Alperen Burut	SK-8				Patryk Krawulski	SK-18			
Marta Buszko	SK-3				Alicja Krella	SK-3	SK-4		
Victoria Helena Buzalski	SK-27				Izabella Krucińska	SK-41	SK-46		
Paulina Byczkowska	SK-27	SK-47	SK-60		Donata Kuczyńska-Zemla	SK-34			
Robert Chulist	SK-57				Piotr Kula	SK-44			
Renata Chylińska	SK-55				Magdalena Kwiatkowska	SK-55			
Łukasz Cieniek	SK-45				Konrad Kwiatkowski	SK-55			
Sandra Ciesielska	SK-42				Izabella Kwiecień	SK-36			
Maciej Czernik	SK-24				Anna Laska-Lesniewicz	SK-24			
Paulina Dmowska-Jasek	SK-41				Małgorzata Latos-Brózio	SK-15			
Zbigniew Draczyński	SK-46				Anna Lesnau	SK-48			
Sebastian Drowing	SK-20	SK-56			Sebastian Lipa	SK-40	SK-60		
Beata Dubiel	SK-5				Maciej Liśkiewicz	SK-61			
Agata Dudek	SK-10				Michał Łach	SK-6	SK-13		
Konrad Dybowski	SK-44	SK-50			Marcin Landwajt	SK-41			
Tomasz Dyl	SK-18	SK-20	SK-21		Natalia Łukasziewicz	SK-39			
Marcin Dwyer	SK-36				Marcin Makówka	SK-50	SK-52	SK-53	
Olha Dvirna	SK-48				Anna Masek	SK-12	SK-15		
Jerzy Dworak	SK-33				Jolanta Matusiak	SK-1			
Paula Felczak	SK-7				Wojciech Maziarz	SK-55			
Paweł Figiel	SK-55				Katarzyna Młynarek-Żak	SK-22			
Beata Figiela	SK-8	SK-9	SK-25		Jerzy Michalski	SK-10	SK-14		
Krzysztof Formela	SK-38				Dariusz Mierzwiński	SK-11			
Tadeusz Frączek	SK-10	SK-14			Sebastian Miszczak	SK-26			
Sebastian Fryska	SK-55				Andrzej Misztela	SK-36			
Monika Gałęzewska	SK-47				Grzegorz Moskal	SK-19			
Halina Garbacz	SK-34				Katarzyna Mydlowska	SK-28	SK-29	SK-30	
Sarah Geyskens	SK-60				Agata Niemczyk	SK-55			
Eulalia Gliścińska	SK-46				Andrzej Nosal	SK-52	SK-53		
Józef Haponiuk	SK-38				Marek Nykiel	SK-13			
Marek Hebda	SK-25				Wojciech Oborski	SK-33			
Maria Hebdowska-Krupa	SK-6				Justyna Owczarek	SK-10			
Magdalena Jakubowska	SK-57				Ewelina Pabjańczyk-Wlazło	SK-35			
Marta Janusz-Skuza	SK-36				Mateusz Paluch	SK-52	SK-53		
Bartłomiej Januszewicz	SK-16	SK-32	SK-43	SK-44	Katarzyna Panasiuk	SK-21	SK-56		
Anna Jędrzejczak	SK-16	SK-44	SK-51	SK-52	Przemysław Pawęta	SK-47			
Łukasz Kaczmarek	SK-44	SK-46			Sylwester Pawęta	SK-47			
Agnieszka Kalamaga	SK-2				Jacek Pietrzak	SK-1			
Marta Kamińska	SK-24				Bożena Pietrzyk	SK-26			
Tomasz Kaźmierczak	SK-44				Angelika Plota	SK-12			
Milena Kierat	SK-61								

<i>Kinga Plawecka</i>	SK-6	SK-8			<i>Bartłomiej Szternal</i>	SK-47		
<i>Natalia Plusa</i>	SK-51				<i>Hieronim Szymanowski</i>	SK-24		
<i>Adam Puszkarz</i>	SK-41	SK-43			<i>Małgorzata Iwona</i>	SK-59		
<i>Adam K. Puszkarz</i>	SK-35				<i>Szynkowska-Józwick</i>			
<i>Jerzy Ratajski</i>	SK-28	SK-29	SK-30		<i>Piotr Śliwiński</i>	SK-33		
<i>Kinga Regulska</i>	SK-16				<i>Joanna Taczała-Warga</i>	SK-47		
<i>Adam Rewers</i>	SK-47				<i>Tomasz Tański</i>	SK-33		
<i>Lukasz Rogal</i>	SK-55				<i>Nina Tarzyńska</i>	SK-35		
<i>Grzegorz Romaniak</i>	SK-44				<i>Agnieszka</i>	SK-61		
<i>Piotr Rychtowski</i>	SK-7				<i>Tomaszewska</i>			
<i>Dorota Rylska</i>	SK-58	SK-59			<i>Beata Tryba</i>	SK-7		
<i>Mohammad Reza Saeb</i>	SK-38				<i>Agnieszka Twardowska</i>	SK-54		
<i>Baran Şahin</i>	SK-8				<i>Wiesława Urbaniak-</i>	SK-41		
<i>Agata Satniczuk</i>	SK-34				<i>Domagała</i>			
<i>Jacek Sawicki</i>	SK-27	SK-31	SK-32	SK-40	<i>Renato David Valverde</i>	SK-27		
	SK-60				<i>Vergara</i>			
<i>Jan Siniarski</i>	SK-44				<i>Bogdan Walkowiak</i>	SK-40		
<i>Zbigniew Skuza</i>	SK-14				<i>Mariusz Welcel</i>	SK-33		
<i>Justyna Słowik</i>	SK-55				<i>Aleksandra Węglowska</i>	SK-1		
<i>Anna Sobczyk-Guzenda</i>	SK-24	SK-43	SK-44		<i>Marek Stanisław</i>	SK-33		
<i>Jerzy Sokółowski</i>	SK-59				<i>Węglowski</i>			
<i>Krzysztof Sokółowski</i>	SK-58				<i>Andrzej Norbert</i>	SK-33		
<i>Monika Spyrka</i>	SK-49				<i>Wieczorek</i>			
<i>Wojciech Stachurski</i>	SK-32				<i>Agata Wieczorska</i>	SK-37	SK-48	
<i>Mateusz Stajuda</i>	SK-47				<i>Anna Wierzbicka-</i>	SK-36		
<i>Sebastian Stano</i>	SK-33				<i>Miernik</i>			
<i>Sylvia Staroń</i>	SK-5				<i>Paulina Wisniewska</i>	SK-38		
<i>Marcin Staszuk</i>	SK-33				<i>Joanna Wojewoda-</i>	SK-36		
<i>Agnieszka Susik</i>	SK-38				<i>Budka</i>			
<i>Małgorzata Suwalska</i>	SK-43				<i>Emilia Wołowiec-</i>	SK-32		
<i>Anna Sypień</i>	SK-57				<i>Korecka</i>			
<i>Patrycja Szczepańska</i>	SK-24				<i>Rafał Wróbel</i>	SK-2		
<i>Maciej Szczerba</i>	SK-36				<i>Dominika Zakrzewska</i>	SK-4		
<i>Agata Szczesio-</i>	SK-59				<i>Lukasz Zedler</i>	SK-38		
<i>Włodarczyk</i>					<i>Piotr Zgórnjak</i>	SK-32		
<i>Grzegorz Szparaga</i>	SK-35	SK-46			<i>Mootaz Ben Zinouba</i>	SK-60		
<i>Lukasz Szparaga</i>	SK-28	SK-29	SK-30		<i>Daria Żuk</i>	SK-20	SK-21	SK-56
<i>Sławomir Sztajnowski</i>	SK-46							



Smart Workflow, Faster Experiments

LEXT™ OLS5100 3D Laser Scanning Microscope

Built for fast failure analysis and material engineering experiments, the OLS5100 microscope combines guaranteed measurement accuracy with smart tools that make the system easy to use.

Simpler Measurement Testing Workflows

The new Smart Experiment Manager automates time-consuming tasks such as creating an experiment plan; data populate the plan automatically as it's acquired.

Data You Can Trust

Guaranteed measurement accuracy and a Smart application provide data you can be confident in.

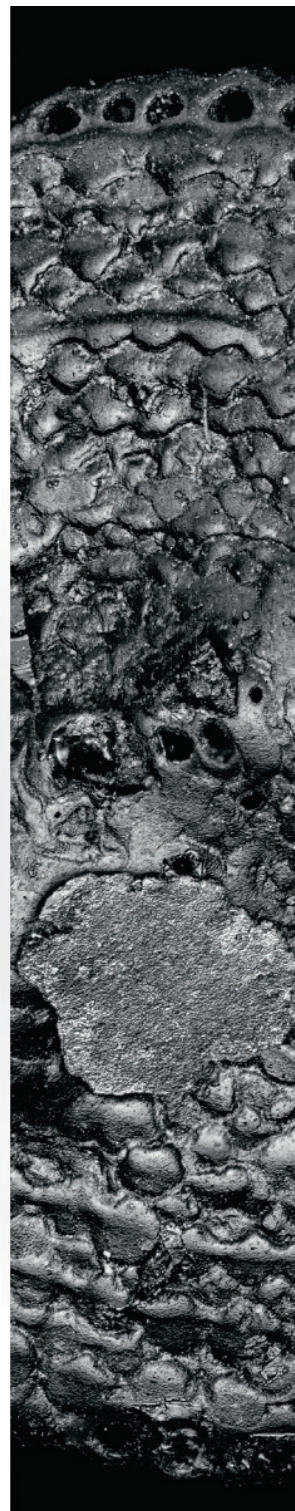
Acquire Data at the Push of a Button

Just put your sample on the stage and press the start button – the microscope does the rest.



www.olympus-ims.com

EVIDENT CORPORATION
Shinjuku Monorōb. 2-3-1 Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 162-0910, Japan





HART - TECH

HART-TECH Sp. z o.o.
ul. Niciarniana 45
92-320 Łódź /na terenie WIFAMA-PREXER/

✉ ofertowanie@hart-tech.pl
☎ (42) 237 17 42 wew. 1, (42) 237 17 42 wew. 2

✉ zamowienia@hart-tech.pl
☎ (42) 237 17 42 wew. 3

USŁUGI OBRÓBKI CIEPLNEJ W PIECACH PRÓŻNIOWYCH:

- hartowanie
- odpuszczanie
- wyżarzanie
- przesycaanie i starzenie
- lutowanie próżniowe

USŁUGI OBRÓBK CIEPLNO-CHEMICZNEJ:

- nawęglanie próżniowe
– FINECARB®
- wysokotemperaturowe
nawęglanie próżniowe
z przedazotowaniem
– PreNitLPC®
- azotonasiarczanie gazowe
- azotowanie konwencjonalne
i niskociśnieniowe

KOMPLEKSOWA OBRÓBKA CIEPLNA METALI

Hart Tech Sp. z o.o. jest liderem nowoczesnych technologii obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej jakie obecnie są realizowane w piecach próżniowych i konwencjonalnych. Naszą siłą jest doświadczona kadra inżynierów wywodząca się z Politechniki Łódzkiej. Siedziba mieści się w Łodzi przy ulicy Niciarnianej 45 na terenie zakładów Wifama Prexer.



Wdrożone systemy zarządzania jakością
ISO 9001:2015 i IATF 16949:2016 gwarantują
najwyższy poziom świadczonych usług

www.hart-tech.pl



get3D

**SYSTEMY DRUKU 3D
MATERIAŁY EKSPLOATACYJNE
DRUK 3D NA ZLECENIE**

NASZA SIEDZIBA

get3D Sp. z o.o.
ul. Wigury 21
90-319 Łódź

TELEFON

tel.: +48 42 630 50 50

E-MAIL

biuro@get3d.pl

WWW.GET3D.PL



NOWY XMATIC

**POWTARZALNOŚĆ OSIĄGALNA TYLKO DLA
AUTOMATÓW. ZAWSZE.**

Dzięki XMATIC osiągniesz:

- Dokładne i powtarzalne rezultaty
- Wyjątkową wydajność
- Minimalizacja wpływu błędu ludzkiego
- Lepsza standaryzacja procesu
- Różnorodne możliwości czyszczenia próbek

Struers Sp. z o.o., Oddział w Polsce - poland@struers.de
www.struers.com