



INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

6

M A T E R I A L S E N G I N E E R I N G
• **M A T E R I A Ł Y I T E C H N O L O G I E** •

PL ISSN 0208-6247 e-ISSN 2449-9889

Indeks 36156

cena 68,00 zł (w tym 8% VAT)



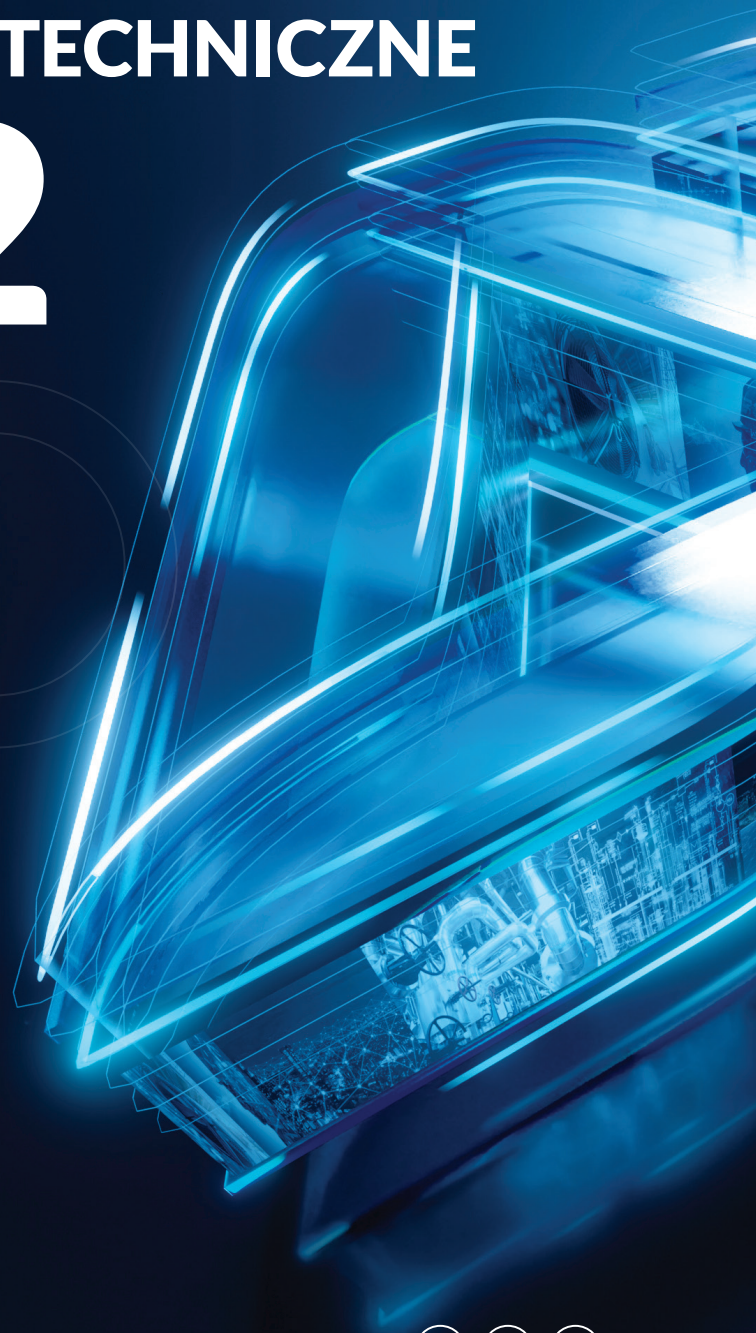
// KONFERENCJE TECHNICZNE 2022

UTRZYMANIE RUCHU

ENERGIA

PRZEMYSŁ 4.0

INTRALOGISTYKA



WWW.KONFERENCJETAHNICZNE.PL

Śledź nasze profile:



WYMIANA
DOŚWIADCZEŃ

STOISKA
KONSULTACYJNE

AKTUALNE TRENDY
I CENNE INSPIRACJE

INNOWACYJNE
ROZWIĄZANIA

Wydawnictwo Czasopism i Książek Technicznych
SIGMA-NOT Spółka z o.o.

WYDAWNICTWO
SIGMA-NOT

ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa
tel.: +48 22 818 09 18, +48 22 818 98 32
www.sigma-not.pl, e-mail: sekretariat@sigma-not.pl

Adres redakcji:

ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa
tel.: +48 663 311 933
www.imat.com.pl, e-mail: i.materialowa@sigma-not.pl

Prenumerata:

e-mail: prenumerata@sigma-not.pl, tel.: +48 22 840 35 89

Dział Reklamy i Marketingu:

e-mail: reklama@sigma-not.pl, tel.: +48 22 827 43 65

Skład i druk:

STUDIO DTP SIGMA-NOT

Drukarnia Wydawnictwa SIGMA-NOT Sp z o.o.

nakład do 100 egz. (w tym wersja cyfrowa)
cena 68,00 zł (w tym 8% VAT)

PL ISSN 0208-6247, e-ISSN 2449-9889, INDEKS 36156

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

KOLEGIUM REDAKCYJNE:

Redaktor Naczelny:

prof. dr hab. inż. Agnieszka SOBCZAK-KUPIEC

Sekretarz Redakcji:

mgr Anna SKURZEWSKA

RADA NAUKOWA:

Dr inż. KRZYSZTOF BIERNAT, prof. PIMOT (Przewodniczący)

Dr hab. inż. JAN BARWICKI

Dr inż. BOGDAN BOGDAŃSKI

Prof. MICHAEL BRATYCHAK

Dr inż. MICHAŁ CHMIELAREK

Prof. dr hab. inż. ALEKSANDRA CZYRSKA-FILEMONOWICZ

Prof. dr hab. inż. ANNA FRACZKIEWICZ, Francja

Prof. Dr.-Ing. Habit. MAIK GUDE, Niemcy

Dr hab. inż. JOLANTA JANCZAK-RUSCH, Szwajcaria

Prof. Dr. RUDOLF KAWALLA, Niemcy

Dr ANNETTE KIPKA, Szwajcaria

Dr JACEK KOMENDA, Szwecja

Prof. Dr. JANOS L. LABAR DSc., Węgry

Dr hab. inż. WACŁAW MUZYKIEWICZ, prof. AGH

Doc. Ph.D. Eng. EDWARD PLESHAKOV, Ukraina

Dr JULIAN PLEWA DSc., Niemcy

Dr JAN A. PUSZYŃSKI, USA

Dr inż. ADAM RYLSKI

Prof. Dr. Ing. JAROSLAV SOJKA, Czechy

Dr TOM TROCZYŃSKI, Kanada

Prof. ATHENA TSETSEKOU, Grecja

Wersja papierowa czasopisma

„Inżynieria Materiałowa” („Materials Engineering”)

jest jego wersją pierwotną.

Dwumiesięcznik indeksowany parametrycznie
w bazach: BazTech, Index Copernicus

Artykuły publikowane w czasopiśmie są recenzowane przez
samodzielnych pracowników naukowych, specjalistów w zakresie
zagadnień przedstawianych w pracach.

Zdjęcie na okładce: www.freepik.com



INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

6

MATERIALS ENGINEERING
• MATERIAŁY I TECHNOLOGIE •

PL ISSN 0208-6247 e-ISSN 2449-9889
Indeks 36156
cena 68,00 zł (w tym 8% VAT)

Czasopismo naukowo-techniczne redagowane przy współdziałaniu
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MATERIAŁOZNAWCZEGO

CONTENTS • SPIS TREŚCI

OD REDAKCJI	2
MADE IN POLAND	
Przegląd badań naukowych i innowacji polskich naukowców w kraju i na świecie	3
KONFERENCJA	
XIV Konferencja Naukowo-Techniczna Materiały Węglowe i Kompozyty Polimerowe Nauka-Przemysł'2022	5
Agnieszka Dzindziora, Maciej Sułowski, Damian Dzienniak <i>Manufacturing of PLA-based composite 3D printing filaments</i>	
Wytwarzanie kompozytowych filamentów na bazie PLA do druku 3D	7
Maciej Sułowski, Robert Dąbrowski, Iga Zawilińska <i>The effect of processing parameters on the microstructure and properties of sintered Fe-2.5%Mn-0.8%C gear wheels</i>	
Wpływ parametrów wytwarzania na mikrostrukturę i właściwości spiekanych kół zębatach o składzie Fe-2,5%Mn-0,8%C	11
Klaudyna Grzela, Magdalena Bańkosz <i>Vitamin C. Properties, role and application</i>	
Witamina C. Właściwości, rola i zastosowanie	16
CO PISZĄ INNI	
Przegląd krajowych i zagranicznych czasopism naukowych i naukowo-technicznych	21
ZGŁOSZENIA PATENTOWE	
Wybrane zgłoszenia patentowe z dziedziny inżynierii materiałowej wg <i>Biuletynu Urzędu Patentowego</i> nr 23–26 z 2022 r.	25
ALFABETYCZNY SPIS AUTORÓW 2022	
AUTHORS' INDEX 2022	32
ALFABETYCZNY SPIS RECENZENTÓW 2022	
LIST OF REVIEWERS 2022	32

Szanowni Państwo,

zima na razie powoli odpuszcza i chyba wszyscy odetchniemy z ulgą i nadzieją na mniejsze rachunki za ogrzewanie. Tymczasem naukowcy z Instytutu Fizyki PAN opracowali powłoki termoizolacyjne do szyb zatrzymujące promieniowanie podczerwone i pozwalające zmniejszyć skalę ucieczki ciepła zimą przez okna. Oszczędności na ogrzewaniu mogą wynieść nawet kilkanaście procent. Jak sprawić, aby szyby były jednocześnie cienkie, przezroczyste, wytrzymałe, niedrogie i zatrzymywały energię? Sposobem zespołu dr. hab. prof. IF PAN Bartłomieja Witkowskiego jest naniesienie na szybę trwałego filtra (składającego się z nanowarstw domieszkowanego tlenku cynku), który nie będzie przepuszczać promieniowania podczerwonego. Takie filtry podczerwieni mogłyby być наносzone przez producentów okien wprost na powierzchnię szkła, ale możliwe byłyby także wytwarzanie przezroczystej folii, którą można by nakleić na szybę w gotowych już oknach. Więcej na temat tego wynalazku przeczytają Państwo w bieżącym numerze na str. 4.

W ostatnim tegorocznym numerze proponujemy Państwu także lekturę artykułu o właściwościach, roli i zastosowaniu witaminy C, która jest nam potrzebna szczególnie w okresie wzmożonej zachorowalności m.in. na grypę. Sama witamina C nie może nas wyleczyć, ale doskonale wspomaga proces wychodzenia z choroby. W artykule pt. „Wytwarzanie kompozytowych filamentów na bazie PLA do druku 3D” autorzy wytworzyli za pomocą wyciarki 3Devo trzy różne filamety na bazie PLA: bez domieszek, z miedzią oraz z grafitem, dla których sprawdzili takie parametry, jak chropowatość, uzyskaną średnicę oraz siłę zerwania. Powstała struktura kompozytowa jest przeznaczona do druku 3D w technologii FDM (*fused deposition modeling*), z wykorzystaniem szybkiego prototypowania. Trzeci artykuł naukowy, który drukujemy w tym numerze dotyczy wpływu parametrów wytwarzania na mikrostrukturę i właściwości spiekanych kół zębatach o składzie Fe-2,5%Mn-0,8%C. W pracy zbadano wpływ w szczególności infiltracji miedzią na właściwości mechaniczne oraz mikrostrukturę spiekanych kół zębatach i wykazano, że prowadzi ona do wzrostu gęstości oraz twardości badanych kół.

Zachęcam także do przeczytania krótkiej relacji z XIV Konferencji Naukowo-Technicznej „Materiały węglowe i kompozyty polimerowe. Nauka-przemysł'2022”, która odbyła się w październiku w Ustroniu-Jaszowcu, jak również do zapoznania się z wyborem najciekawszych innowacji w dziale „Made in Poland”, przeglądem zgłoszeń patentowych z zakresu inżynierii materiałowej oraz przeglądem krajowych i zagranicznych czasopism naukowych.

Dziękujemy wszystkim Autorom, którzy w mijającym roku zechcieli podzielić się wynikami swoich prac na łamach „Inżynierii Materiałowej”, publikując artykuły. To dzięki Państwa zaangażowaniu przetrwaliśmy ten niełatwy dla większości polskich czasopism naukowych czas. Niezmiennie zachęcamy do nadsyłania nie tylko prac, lecz także relacji z ważnych dla branży wydarzeń. Przypominam, że wciąż można składać zamówienia na prenumeratę „Inżynierii Materiałowej” na 2023 r.

Redakcja „Inżynierii Materiałowej” życzy wszystkim Czytelnikom spokojnych i radosnych Świąt Narodzenia Pańskiego, a w Nowym Roku 2023 satysfakcji z pracy zawodowej, dużo zdrowia, szczęścia i powodzenia.

Anna Skurzevska
Sekretarz Redakcji

Autor za publikację artykułu w czasopiśmie naukowym „Inżynieria Materiałowa” („Materials Engineering”) otrzymuje 40 punktów zgodnie z komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

MADE IN POLAND

Nagroda naukowa im. prof. S. Pieńkowskiego dla badacza nanomateriałów dla fotoniki

W tym roku Nagrodę naukową im. Profesora Stefana Pieńkowskiego otrzymał dr hab. Wiktor Lewandowski z Uniwersytetu Warszawskiego (UW) za „badania rekonfigurowalnych i chiralnych nanomateriałów ciekłokrystalicznych do technologii fotonicznych”. Nagroda jest przyznawana od 2004 r. co dwa lata młodym naukowcom za znaczące osiągnięcia naukowe w dziedzinie eksperymentalnej fizyki, astronomii, chemii i biologii. Laureat otrzymuje stypendium w wysokości 50 tys. zł oraz medal.

Dr hab. Wiktor Lewandowski jest adiunktem w Zakładzie Chemii Organicznej i Technologii Chemicznej Wydziału Chemii UW. Jego badania łączą w sobie chemię, fizykę, bio- oraz nanotechnologię. Zespół dr. Lewandowskiego pracuje nad tworzeniem chiralnych struktur chemicznych, które silnie oddziałują ze światłem. – *W naszych badaniach konstruujemy nanomateriały o strukturze podwójnej helisy, będące połączeniem matrycy ciekłokrystalicznej z chemicznie dopasowanymi nanocząstkami metali lub półprzewodników. Przyłączane do matrycy cząstki w skali nano zyskują nowe, unikalne właściwości oddziaływania ze światłem. Metale, takie jak złoto efektywniej absorbują światło, natomiast półprzewodniki, np. fosforek indu z otoczką siarczku cynku stają się wydajnymi źródłami światła* – wyjaśnia dr W. Lewandowski. Zastosowanie struktur chiralnych mogłoby zwiększyć przepustowość przesyłania danych. – *W obecnie funkcjonujących światłowodach w jednym przewodzie jesteśmy w stanie przesłać wiele wiązek światła o różnych długościach. Gdyby sprawić, by dodatkowo światło oscyloowało lewo- lub prawoskrętnie, przepustowość światłowodów mogłaby się zwiększyć nawet dwukrotnie* – prognozuje dr W. Lewandowski. Chiralne struktury mogłyby także znaleźć zastosowanie w projektowaniu tzw. komputerów optycznych. Komentując przyznanie nagrody, dr hab. W. Lewandowski podziękował zespołowi za pasję i zaangażowanie. – *To pracujący ze mną ludzie sprawiają, że codziennie z uśmiechem przychodzę do pracy* – podkreślił laureat.

Źródło: Nauka w Polsce

Antybakteryjne farby, tusze, lakier z Instytutu Fizyki PAN

Badacze z Instytutu Fizyki PAN opracowali sposób na to, by nadać farbom, tuszom i lakierom właściwości antybakteryjne, tak aby banknoty, recepty, poręcze, stoliki, podłogi i ściany w przychodniach czy szpitalach mogły stać się „odstraszające” dla niektórych niebezpiecznych mikroorganizmów. – *Opracowaliśmy technologię modyfikacji farb, lakierów, tuszów i emalii, która hamuje*

namnażanie się kolonii bakterii na powierzchniach. Jeśli pokryje się tak przygotowaną farbą powierzchnię stolika czy poręczy w autobusie, maleje ryzyko przenoszenia groźnych bakterii – tłumaczy w rozmowie z PAP dr Jarosław Kaszewski z Instytutu Fizyki PAN. Antybakteryjnymi tuszami, także bezbarwnymi, można byłoby pokrywać powierzchnię recept, plakatów czy nawet banknotów. Na rynku są już dostępne farby o właściwościach antybakteryjnych, ale zawierają one zwykle nanocząstki srebra, przez co są zagrożeniem dla zdrowia człowieka i ekosystemów. W rozwiązaniu polskiego zespołu wykorzystano nanocząstki tlenków tytanowców. Dr Kaszewski zapewnia, że takie tlenki to związki już dobrze znane, których obecność w przyrodzie i w organizmie człowieka była wcześniej przebadana i nic nie wskazuje na to, że mogą być toksyczne. Naukowcy opracowali sposób, aby nadać odpowiedni kształt tym nanocząstkom, dzięki czemu można je łączyć z polimerami, z którymi w normalnych warunkach by się nie połączyły. – *Nasze rozwiązanie pozwala na wprowadzenie właściwości antybakteryjnej np. do farby na dowolnym etapie jej produkcji* – mówi dr Kaszewski. Badacz zapewnia, że za sprawą nanocząstek nie zmienią się własności optyczne farb czy tuszów (nie zmieni się więc kolor materiału), a antybakteryjna powierzchnia ma być odporna na ścieranie. Dotychczas przebadano zmodyfikowane farby na dziewięciu szczepach bakterii i niestety nie wszystkie szczepy zareagowały identycznie. – *Ważne jednak, że nasze powłoki hamują namnażanie się groźnych bakterii szpitalnych, w tym pałeczki ropy błękitnej* – dodaje naukowiec.

Źródło: Nauka w Polsce

Metamateriał hiperboliczny z Wojskowej Akademii Technicznej

Naukowcy z zespołu prof. dr hab. inż. Janusza Parki z Wydziału Nowych Technologii i Chemii WAT we współpracy z badaczami z Università della Calabria we Włoszech zaprojektowali i przebadali metamateriał składający się z naprzemiennych, kilkudziesięcionanometrowych warstw czystego szkła krzemionkowego i tlenku cynowo-indowego. Jest to metamateriał hiperboliczny o właściwościach optycznych nieosiągalnych dla zwykłych materiałów. Jego wytworzenie i zastosowanie mogą m.in. znacznie poprawić rozdzielczość przestrzenną mikroskopów biologicznych lub teleskopów. Jak poinformował WAT, wyniki prac nad wyjątkowym metamateriałem opisano w publikacji w *Scientific Reports*. Dr Michał Dudek tłumaczy, że połączenie szkła krzemionkowego i tlenku cynowo-indowego w skali makro jest od lat dobrze znane i powszechnie stosowane, np. w smartfonach czy telewizorach (wyświetlacze ciekłokrystaliczne), cienkowarstwowych ogniwach fotowoltaicznych i użytkowej elektronice na bazie polimerów. Wielowarstwowa struktura zaprojektowana na bazie tych materiałów

w skali mikro, a nawet nano (każda z warstw ma zaledwie 20 nm grubości) przyniosła zaskakujące i ciekawe dla badaczy rezultaty. Jest ona anizotropowa, co oznacza, że posiada różne właściwości w zależności od kierunku. W tym przypadku są to dwa kierunki: równoległy do płaszczyzny mikrostruktury i prostopadły do niej. Badacze przeprowadzili symulacje numeryczne, które wykazały, że zaprojektowane mikrostruktury pozwalają na skupienie padającej wiązki światła w zakresie bliskiej podczerwieni poniżej limitu dyfrakcyjnego, określanego przez klasyczną optykę. Dodatkowo nowy metamateriał jest przestrajalny w zakresie 1,5–2,7 μm przy odpowiednim sterowaniu napięciem elektrycznym. Zaprojektowane warstwy można, zdaniem naukowców, wykorzystać w mikroskopach biologicznych lub teleskopach na zakres bliskiej podczerwieni do znacznego poprawienia rozdzielczości przestrzennej obserwowanych obiektów, w ultraszybkich modulatorach elektrooptycznych, a także w produkcji laserów i w fotonice. Metamateriał hiperboliczny ma dużą nieliniowość efektywnej przenikalności elektrycznej, która pozwala na zwiększenie gęstości stanów fotonicznych. Zjawisko to może być bezpośrednio wykorzystane do wzmocnienia emisji spontanicznej źródeł jednofotonowych. Prezentowane badania są jedynie symulacjami numerycznymi, jednak bazują na rzeczywistych właściwościach materiałowych warstw tlenku cynowo-indowego, zmierzonych w laboratoriach Zakładu Fizyki i Technologii Kryształów WAT. Naukowcy oceniają, że obecnie istniejące technologie pozwalają na wytworzenie zaproponowanej mikrostruktury, choć byłoby to zdecydowanie trudniejsze niż w przypadku metamateriałów na bazie grafenu, które opisano w poprzedniej publikacji na łamach *Scientific Reports*, zgłębiającej świat metamateriałów hiperbolicznych.

Źródło: *Nauka w Polsce*

Termoizolacyjne pokrycia szyb z Instytutu Fizyki PAN

Przez okna ucieka nawet 10–50% energii z ogrzewania mieszkań. Rozwiązaniem nie musi być ich wymiana, ale specjalna powłoka, która zwiększy termoizolacyjność szyby. Fizycy z Polskiej Akademii Nauk opracowali folie pokryte nanowarstwami tlenku cynku z domieszką glinu, które mogą zmniejszyć utratę ciepła nawet czterokrotnie. Dzięki temu znacząco spadnie także wysokość rachunków za ogrzewanie. Nowe rozwiązanie ma być znacznie trwalsze i tańsze niż dostępne dziś na rynku folie. Dr hab. prof. IF PAN Bartłomiej Witkowski prezentuje eksperyment na prototypie swojego rozwiązania. Żarówka halogenowa ogrzewa kawałek czarnego materiału, ale na drodze pomiędzy lampką i materiałem jest szybka: raz z powłoką, raz bez. – *Przy zastosowaniu szyby bez powłoki już po kilkunastu sekundach materiał rozgrzał się do ponad 43°C, a w przypadku, kiedy na drodze stanęła szybka z naszą powłoką, po minucie temperatura nie przekroczyła 30°C* – tłumaczy prof. Witkowski. Badacz dodaje, że na rynku istnieją już filtry podczerwieni, które poprawiają własności termoizolacyjne okien, są to rozwiązania skuteczne, ale drogie i nieoptymalne przy pro-



Fot. Autorski eksperyment prof. B. Witkowskiego pokazujący działanie termoizolacyjnej folii; z lewej próba ogrzewania z powłoką, z prawej próba bez powłoki (Źródło: Bartłomiej Witkowski)

dukcyj okien w mieszkaniach. I zaznacza, że w ramach badań jego zespół próbował znaleźć rozwiązanie równie skuteczne i niedrogie w produkcji, jak folie dostępne na rynku, ale znacznie trwalsze, takie, które nie będzie ulegać degradacji w powietrzu i które można by zastosować w gotowych oknach. Przepis polskich badaczy obejmuje technologię nanoszenia nanowarstw tlenku cynku na wybraną powierzchnię metodą osadzania warstw atomowych (ALD). Aby wdrożyć to rozwiązanie na rynek, potrzebny jest reaktor, w którym na szybach osadzone będą odpowiednie nanowarstwy. A takie reaktory dostępne są już w seryjnej produkcji, używa się ich choćby przy tworzeniu powłok paneli fotowoltaicznych. – *Projekt osiągnął już gotowość wdrożeniową. Szukamy teraz firm zainteresowanych wdrożeniem tego rozwiązania* – mówi prof. Witkowski.

Źródło: *Nauka w Polsce*, www.biznes.newseria.pl

Wybrała i opracowała mgr Anna Skurzewska

XIV Konferencja Naukowo-Techniczna Materiały Węglowe i Kompozyty Polimerowe Nauka-Przemysł'2022

W dniach 18–21 października 2022 r. w Ustroniu-Jaszowcu odbyła się XIV Konferencja Naukowo-Techniczna Materiały Węglowe i Kompozyty Polimerowe Nauka-Przemysł'2022 zorganizowana przez Polskie Towarzystwo Węglowe, Centrum Farb i Tworzyw w Gliwicach będące częścią Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutu Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu, Katedrę Biomateriałów i Kompozytów na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH w Krakowie oraz Sekcję Węglową i Sekcję Przetwórstwa Tworzyw przy Zarządzie Głównym Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego. Patronat nad konferencją objęła Sekcja Materiałów Niemetalo- wych w Komitecie Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN i Polskie Towarzystwo Materiałów Kompozytowych. Patronat medialny nad wydarzeniem sprawowały czasopisma „Inżynieria Materiałowa”, „Przemysł Chemiczny”, „Materiały i Maszyny Technologiczne” oraz „Composites Theory and Practice”.

Na corocznej konferencji zaprezentowano aktualne wyniki badań i tendencji dalszego rozwoju w zakresie otrzymywania, badania i zastosowania materiałów węglowych i kompozytów polimerowych oraz surowców do ich wytwarzania. Konferencja tworzy płaszczyznę do wymiany poglądów i doświadczeń oraz zwiększa integrację pomiędzy środowiskiem naukowym i przemysłem.

W ramach sesji „Otrzymywanie i badanie materiałów węglowych i kompozytów” prowadzonej przez prof. dr. hab. inż. Stanisława Błażewicza Pani Lidia Mosińska (Instytut Fizyki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy) zaprezentowała referat dotyczący warstw diamentowych stosowanych jako alternatywny materiał dla przetworników, Pan Marcel Zambrzycki (Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, AGH w Krakowie) wystąpił z referatem pt. *Hierarchical ternary nanocomposites carbon nanofibers/carbonnanotubes/nico nanoparticles. Structure, electrocatalytic properties and applications*, a Pan Piotr Kamedulski (Wydział Chemii, UMK w Toruniu) wygłosił prezentację dotyczącą hybrydowych materiałów węglowych do ogniw DSSC.

W kolejnej sesji pt. „Otrzymywanie, badanie i zastosowanie materiałów węglowych i kompozytów” prowadzonej przez prof. dr. hab. inż. Grażynę Gryglewicz zostały zaprezentowane trzy tematy: Pani Mirosława Pawlyta (Politechnika Śląska w Gliwicach) przedstawiła referat pt. *Transmission electron microscopy of complex Mg–Si–Al nitride nuclei and graphite in spheroidal graphite irons*, a Pan Leszek Kołodziej (Politechnika Warszawska) wygłosił prezentację pt. *Hydrogels enriched with carbon nanotubes for electrocardiography*. Jako ostatnia w tej sesji Pani Katarzyna Gajewska (Politechnika Wrocławska) zaprezentowała temat

Composite materials based on rGO/PANI aerogels as electrodes for symmetric electrochemical capacitor.

Trzeciej sesji pt. „Nowe materiały polimerowe i kompozyty” przewodniczyła prof. dr. hab. inż. Anna Boczkowska. W ramach sesji Pan Andrzej S. Swinarew (Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Uniwersytet Śląski w Katowicach) zaprezentował temat dotyczący nowoczesnych materiałów polimerowych o działaniu antybakteryjnym i przeciwzapalnym. Pan Bartłomiej Przybyszewski (Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska) omówił wpływ hybrydowej modyfikacji transparentnych powłok silikonowo-epoksydowych na ich właściwości hydro- i lodofobowe. Kolejne dwa referaty zostały wygłoszone przez naukowców z Politechniki Warszawskiej i dotyczyły biokompozytów z modyfikowanymi chemicznie pozostałościami przemysłu spożywczego (Pani Anna Czajka) oraz laminatów akrylowo-węglowych modyfikowanych termoplastycznymi włókninami z dodatkiem nanorurek węglowych (Pan Kamil Dydek).

Czwarta sesja pt. „Kompozyty polimerowo-węglowe i polimerowo-ceramiczne” odbyła się pod przewodnictwem prof. dr. hab. inż. Anety Frączek-Szczypty. Pani Agnieszka Tomala (Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki, Politechnika Krakowska) omówiła charakterystyki tribologiczne wybranych kompozytów polimerowo-ceramicznych. Pan Krystian Sokołowski (AGH w Krakowie) zaprezentował referat pt. *Effect of carbon fiber surface treatment on mechanical properties of pip-ceramic composites using polysiloxane resin*, a Pan Szymon Kozłowski (Politechnika Łódzka) omówił projektowanie właściwości blend SAN/PMMA poprzez dodatek cząstek hybrydowych na bazie tlenku grafenu. Sesję zakończył temat dotyczący kompozytów umacnianych otwartokomórkowymi pianami węgla krzemu zaprezentowany przez Pana Jerzego Myalskiego.

Kolejną sesję „Otrzymywanie, badanie i zastosowanie materiałów i kompozytów węglowych” poprowadził dr. hab. prof. UKW Paweł Szroeder. W sesji zgłoszono dwa wystąpienia przedstawicieli Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH w Krakowie: „Kompozyty typu węgiel-węgiel jako potencjalne elektrody do stymulacji tkanki nerwowej – otrzymanie i wstępne wyniki badań” oraz „Montmorylonit w syntezie nanorurek węglowych – otrzymanie i potencjał aplikacyjny”. Pan Adam Zabrowarny przedstawił sorbenty węglowe, filtry do wody produkowane przez przedsiębiorstwo Partner Systems, a przedstawiciel Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutu Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu omówił wpływ konfiguracji układu uplastyczniającego wytłaczarki dwuślimakowej na wybrane właściwości kompozytu polilaktydu z grafitem.



Fot. Dr hab. Mariusz Barczak podczas prezentacji (Foto: ASK)

Przedostatniej sesji pt. „Adsorbpcja” przewodniczył dr hab. inż. prof. UMK Piotr Gauden. Pan Mariusz Barczak (UMCS Lublin) wystąpił z referatem pt. *Removal of hexavalent chromium from waters by carbon materials*, Pan Sylwester Furmania (Akademia Nauk Stosowanych im. Stanisława Staszica w Pile) omówił izotermę adsorpcji wody, możliwości ich opisu i analizy teoretycznej, a przewodniczący sesji zaprezentował temat *Water adsorption isotherms – hysteresis loops – porosity*. Sesję zamknęła prezentacja Pawła Wojdy z firmy Anton Paar dotycząca aparatów do badania adsorpcji węglowych materiałów porowatych i różnego rodzaju kompozytów.

Ostatnia sesja pt. „Nowe innowacyjne materiały i kompozyty” została poprowadzona przez dr. hab. inż. prof. UŚ Andrzeja Swinarewa. Sesję otworzył referat wygłoszony przez naukowców z Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutu Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu pt. „Innowacyjne materiały

typu *solid surface*”. Następnie Pan Kacper Fiedurek omówił wpływ różnego rozmiaru cząstek PLA na wyłaczanie i właściwości spalania kompozytu PLA/grafit ekspandowalny. W sesji zaprezentowano również temat dotyczący ryboflawiny jako biodegradowalnego dodatku do tworzyw termoplastycznych. Sesję zakończyła prezentacja Pana Marcina Marczaka z Politechniki Śląskiej.

W drugim dniu konferencji odbyło się walne zebranie Polskiego Towarzystwa Węglowego. Odbyła się również sesja posterowa, na której zaprezentowano łącznie 18 prezentacji. Streszczenia wszystkich wystąpień oraz posterów można znaleźć w materiałach konferencyjnych pod redakcją dr inż. Lidii Kurzei (ISBN: 978-83-63555-63-4).

*Dr hab. inż. prof. PK Agnieszka Sobczak-Kupiec,
Kraków*

NIE ZAPOMNIJ O PRENUMERACIE INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ!

www.sigma-not.pl

prenumerata@sigma-not.pl • i.materialowa@sigma-not.pl

tel.: +48 663-311-933

Manufacturing of PLA-based composite 3D printing filaments

Wytwarzanie kompozytowych filamentów na bazie PLA do druku 3D

AGNIESZKA DZINDZIORA*
MACIEJ SUŁOWSKI
DAMIAN DZIENIAK

ORCID: 0000-0003-3767-9806
ORCID: 0000-0002-0977-9212
ORCID: 0000-0002-4655-9673

Katedra Systemów Wytwarzania,
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,
Akademia Górniczo Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie,
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

*e-mail: dzindziora@agh.edu.pl

The aim of the research was to produce three different PLA-based filaments using the 3Devo extruder: without admixtures, with copper and with graphite. For these filaments, parameters such as roughness, obtained diameter and breaking force were checked. The resulting composite structure is intended for 3D printing in FDM (fused deposition modeling) technology, using rapid prototyping.

Keywords: PLA, 3D printing, graphite filament, copper filament, composite filament

Celem badań było wytworzenie za pomocą wylączarki 3Devo trzech różnych filamentów na bazie tworzywa PLA: bez domieszek, z miedzią oraz z grafitem. Dla wytłoczonych filamentów sprawdzono takie parametry, jak chropowatość, uzyskaną średnicę oraz siłę zerwania. Powstała struktura kompozytowa przeznaczona jest do druku 3D w technologii FDM (*fused deposition modeling*), z wykorzystaniem szybkiego prototypowania.

Słowa kluczowe: PLA, druk 3D, filament z grafitem, filament z miedzią, filament kompozytowy

1. WSTĘP

Druk 3D to dynamicznie rozwijająca się część przemysłu wytwórczego i nauki. Jest coraz częściej spotykany w zastosowaniach przemysłowych, takich jak np. prototypowanie czy wytwarzanie elementów cienkościennych lub trudnych w produkcji. Celem badań eksperymentalnych było wytworzenie filamentów na bazie tworzywa sztucznego PLA (poliaktyd) z domieszką miedzi oraz grafitu. Proces wytwarzania kompozytowych filamentów to ciągle nisza na rynku, a filamety bez domieszek do druku 3D stały się standardem. Poszukiwanie filamentów o innych niestandardowych parametrach skłania do wytwarzania materiałów kompozytowych. Kompozyty są wytwarzane zarówno na bazie sztucznych polimerów, jak i naturalnych substancji domieszkowanych różnego rodzaju dodatkami, m.in. opiłkami metali, grafitem lub drewnem.

Celem tworzenia kompozytów jest otrzymanie odmiennych właściwości w porównaniu z czystą substancją. Przykładem kompozytu jest filament stworzony na bazie PLA, grafitu czy miedzi. Hybrydy polimerów oraz dobrych przewodników cieplnych (miedzi czy grafitu) tworzone są w celu osiągnięcia pośrednich właściwości, niemożliwych do otrzymania w inny sposób.

2. KSZTAŁTOWANIE PRZYROSTOWE – DRUK 3D

Kształtowanie przyrostowe jest to proces technologiczny polegający na warstwowej produkcji elementów z różnych materiałów. Obecnie proces jest najczęściej używany do szybkiego prototypowania w przemyśle. Można wyróżnić kilka metod druku 3D, ale do najpopularniejszych należą: FDM, DLP, SLS i MJP. Metoda FFF (*fused filament fabrication*) znana jako FDM (*fused deposition modeling*) jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych technologii przyrostowych. Metoda powstała w celu szybkiego wykonywania złożonych modeli (szybkie prototypowanie). Materiałem jest termoplastyczne tworzywo sztuczne w postaci nici nawiniętej na szpulę. Materiał jest podawany do ekstrudera, w którym jest ogrzewany i topiony, a następnie rozprowadzony cienką nicią warstwowo, zgodnie z modelem 3D, który jest przygotowany wcześniej w programie CAD. Pomimo powszechnego stosowania tej metody istnieje wiele parametrów druku, takich jak temperatura drukowanego materiału, temperatura otoczenia, wilgotność, grubość drukowanej warstwy czy skład filamentu, których właściwy dobór wpływa na geometrię i dokładność otrzymywanego produktu [1].

2.1. WYTWARZANIE FILAMENTU

Produkcja filamentu to przetwarzanie granulatu lub sproszkowanej mieszanki tworzywa sztucznego z różnego rodzaju dodatkami w celu zmiany mieszanki w żyłkę (nić) o ściśle określonej średnicy. Zazwyczaj w celu wytworzenia filamentu jest stosowana specjalistyczna linia lub urządzenie.

Bardzo ważnym procesem jest mieszanie składników, które ma na celu połączenie ze sobą polimerowego granulatu z dodatkami. Najczęściej stosowanymi dodatkami są: barwniki, wypełniacze, różnego rodzaju uszlachetniacze, które zapewniają odpowiednie właściwości, np. wytrzymałościowe. W przypadku tworzenia kompozytów dodatkem jest inny surowiec o odpowiedniej granulacji.

Przygotowany i zmieszany granulat trafia do zasypu ekstrudera. Ekstruder posiada ślimak, za pomocą którego materiał jest mieszany, przesuwany kolejno przez cztery strefy grzania. Zakres temperatur stosowany w strefach grzania może osiągnąć nawet 450°C. W strefach grzania materiał jest przetapiany do postaci półpłynnej, a następnie pionowo wytłaczany jako gorące tworzywo, które jest formowane za pomocą rolek do postaci „cienkiej nici”. Rolki zapewniają osiągnięcie precyzyjnego kształtu oraz odpowiedniego prowadzenia filamentu podczas nawinięcia na szpulę. Urządzenie posiada czujnik optyczny, który kontroluje średnicę wytłoczonego filamentu w celu uzyskania dokładnego wymiaru średnicy z tolerancją do 0,05 mm. Istnieje również możliwość regulacji sprzęgła poślizgowego w celu uzyskania właściwego napięcia szpuli podczas nawijania filamentu [2]. Istotnymi parametrami wytłaczania filamentu są warunki zewnętrzne, w których przeprowadzane jest wytwarzanie nici. Znaczenie ma wilgotność, cyrkulacja powietrza, a nawet zapylenie. Zbyt duża wilgotność środowiska może sprawić, że filament nie będzie się dobrze spajał.

Celem badań było wytworzenie trzech filamentów o różnych składach na maszynie 3Devo (rys. 1). Składnikiem bazowym

w każdym filamencie było tworzywo PLA. Poliaktyd to alifatyczny poliester liniowy, który jest biodegradowalny, nietoksyczny, a nawet biogodny. Jego zaletami są przystępna cena, duża wytrzymałość mechaniczna i łatwa utylizacja. PLA znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu czy medycyny [3, 4]. Zbadano dla nich parametry, takie jak siła zerwania, średnica filamentu oraz chropowatość. Celem dodatkowym badań było ustalenie parametrów pracy wyłaczarki do wytworzenia filamentów o średnicy 1,75 mm.

3. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

3.1. MATERIAŁY

Przygotowanie materiału wsadowego rozpoczęto od mieszania PLA z grafitem oraz PLA z miedzią. W eksperymencie badawczym przygotowano trzy różne mieszanki granulatów, z których wytworzono filamente: (i) 100% PLA, (ii) 15% miedzi i 85% PLA, (iii) 10% grafitu i 90% PLA.

2.4. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

W tabeli 1 przedstawiono właściwości kompozycji klejowej żywicy o symbolu Q2-7358 bez napełniacza, zawierającej 1,5% mas. związku sieciującego jako odniesienie dla przeprowadzonych modyfikacji napełniaczem.

Table 1. Summary of breaking forces for filaments (average value for 20 measurements)

Tabela 1. Zestawienie sił zrywania dla filamentów (wartość średnia dla 20 pomiarów)

Nazwa	Siła zrywania, N	Średnica filamentu, mm	R_m , MPa
PLA	129,39	1,7±0,1	57,00
PLA+ 10% grafitu	126,11	1,7±0,2	55,56
PLA+ 15% miedzi	134,51	1,7±0,15	59,26

Table 2. Roughness values for various filaments

Tabela 2. Zestawienie wartości chropowatości dla różnych filamentów

Filament	R_a , μm	R_z , μm	R_q , μm
PLA	0,292	2,267	0,363
PLA+ 10% grafitu	3,912	19,5	4,935
PLA+ 15% miedzi	1,812	11,560	2,547

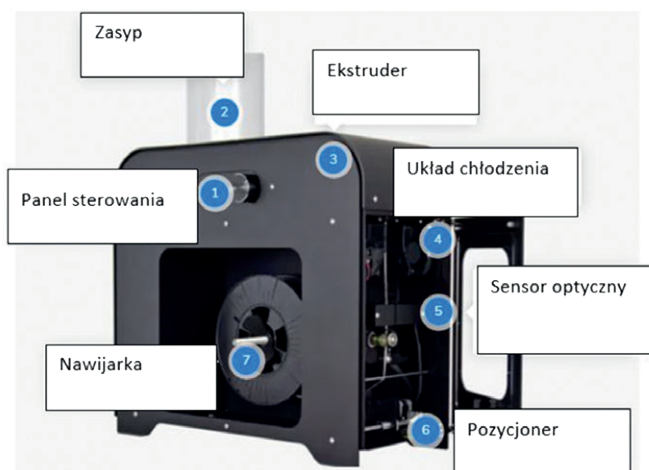


Fig. 1. 3Devo filament manufacturing extruder [2]

Rys. 1. Zdjęcie wyłaczarki 3Devo użytej do wytwarzania filamentu [2]

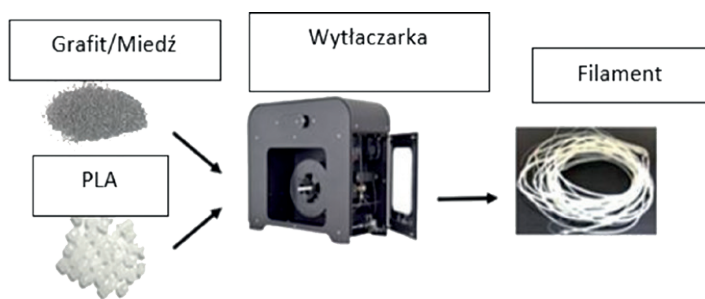


Fig. 2. Diagram of the manufacturing of PLA filament with an admixture of graphite/copper [5]

Rys. 2. Schemat otrzymywania filamentu PLA z domieszką grafitu/miedzi [5]

W celu wytłaczania filamentu dobrano odpowiednio temperatury w urządzeniu 3Devo dla czterech stref grzewczych: strefa 1 170°C, strefa 2 190°C, strefa 3 185°C, strefa 4 170°C. Dobrano również prędkość obrotową śruby ślimakowej w zakresie 1,9–3,4 rpm (obroty miały charakter adaptacyjny) oraz zadano średnicę filamentu wyjściowego o wartości 1,75 mm (rys. 2).

Podczas wytłaczania kompozytu zaobserwowano problem z uzyskaną średnicą (rys. 3). Pomiary wskazywały na różnicę ok. 1 mm. Wyznaczone wartości średnicy mieściły się w zakresie 1,75–2,7 mm, co uniemożliwiało użycie filamentu na drukarce 3D. Przyczyną zaistniałego problemu był niejednorodny rozkład substancji domieszkującej (grafit, miedź) w uzyskanym filamencie. Koniecznością okazało się zastosowanie mielenia poliaktydu, w celu wyrównania rozkładu różnych frakcji zastosowanych w filamentach kompozytowych. Mielenie poliaktydu to trudny proces, ponieważ występują miejscowe nadtopienia granulatów. Dlatego w celu wyrównania kształtu i średnicy filamentu rozdrobniono ponownie wytłoczone kompozytowe filamenty z miedzią oraz grafitem, a następnie ponownie przetłoczono materiały przez ekstruder. Przyczyną zaistniałego problemu była różnica gęstości i granulacji dwóch substancji [6].

W tabeli 2 przedstawiono wyniki wpływu dodatku bentonitu na kohezję w temperaturze pokojowej i podwyższonej (70°C) oraz wyniki testu SAFT określające maksymalną temperaturę pracy taśmy pod obciążeniem. Nie odnotowano wpływu napełniacza na kohezję w temperaturze pokojowej, a w podwyższonej temperaturze dodatek 1 i 3% mas. napełniacza powodował zmniejszenie wartości kohezji, co mogło być spowodowane zbyt dużą ilością napełniacza w filmie klejowym, który może powodować przesunięcie równowagi kohezji-adhezyjnej kleju w stronę kohezji, a tym samym szybsze odrywanie się próbek w czasie [18, 19]. Wszystkie badane próbki zwiększyły swoją odporność termiczną. Już niewielki dodatek napełniacza (0,1% mas.) powodował osiągnięcie maksymalnej badanej temperatury 225°C i był to wzrost odporności termicznej o 60%. Mała ilość wypełniacza niezbędna do uzyskania dużej odporności termicznej i utrzymania użyteczności samej taśmy klejącej jest zjawiskiem potwierdzonym w literaturze [20, 21].

Zarówno dla adhezji, jak i kleistości (rys. 1) odnotowano standardowy wpływ napełniacza, czyli spadek ich wartości wraz ze wzrostem dodatku bentonitu. Porównując obie linie na wykresie, odnotowano równomierny spadek wartości, co może świadczyć o równomiernie rozproszonym napełniaczu w matrycy polimerowej, a przez to stopniowym przesunięciu się równowagi kohezji-adhezyjnej kleju w stronę kohezji [22, 23]. Najmniejszą wartość adhezji i kleistości odnotowano dla największego stopnia napełnienia i był to spadek o odpowiednio ok. 29 i 34%.

Na rys. 2 przedstawiono wyniki badań skurczu dla poszczególnych napełnień. Już niewielki dodatek bentonitu (0,5% mas.) obniżał wartość skurczu do ok. 0,5%, co oznaczało, że taśma ta spełnia wymogi zachodnich firm stawiane taśmom wprowadzanym na rynek. Najmniejszy skurcz uzyskano dla 3% mas. napełnienia (ok. 0,35%). Efekt stabilizacji usieciowanej warstwy klejącej uzyskany przez dodanie wypełniaczy do kompozycji klejowej jest efektem oczekiwanym, ale zwykle wiąże się z większymi stężeniami wypełnienia [24, 25].

3.2. METODY

Wytwarzanie filamentu rozpoczęto od wstępnego wymieszania granulatu z dodatkowymi substancjami (grafit i miedź).

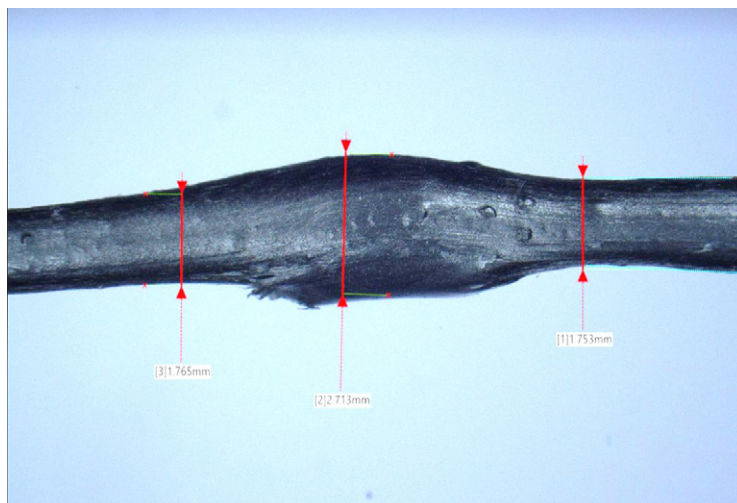


Fig. 3. Photograph of a diagnosed manufacturing problem
Rys. 3. Zdjęcie zdiagnozowanego problemu wytwarzania

3.2.1. POMIAR WYTRZYMAŁOŚCI MECHANICZNEJ

Za pomocą mikroskopu cyfrowego Keyence VHX-7000 wykonano zdjęcia i pomiar średnic dla wytłoczonych filamentów (rys. 4, tabela 1). Dla filamentu bez domieszek uzyskano średnicę 1,7 mm z odchyleniami na poziomie $\pm 0,1$ mm. Kompozyty posiadały taką samą średnicę 1,7 mm, natomiast różniły się uzyskaną dokładnością: dla filamentu z grafitem tolerancja mieściła się w zakresie $\pm 0,2$ mm, a dla filamentu z miedzią był to zakres $\pm 0,15$ mm.



Fig. 4. Extruded filaments
Rys. 4. Wytłoczone filamenty

Kolejnym etapem badań był pomiar siły zrywania. Jest to jeden ze sposobów wyznaczenia wytrzymałości na rozciąganie (rozumiane jako naprężenie odpowiadające największej możliwej sile rozciągającej uzyskanej w statycznej próbie rozciągania). Ten parametr wyznaczono zgodnie z wzorem (1) [7]:

$$R_m = \frac{F}{A_o} \left[\frac{N}{mm^2} = MPa \right] \quad (1)$$

w którym F oznacza siłę zerwania, a A_o pole przekroju filamentu dla $d = 1,7$ mm.

Pomiary siły zrywającej zostały przeprowadzone na maszynie TIRA test 2810 dla dwudziestu próbek, z których wyznaczono wartość średnią. Siła zrywania była najmniejsza dla materiału PLA z dodatkiem grafitu (129,39 N), wartość pośrednią otrzymano dla PLA bez domieszek (129,39 N), a największą dla PLA z dodatkiem miedzi (134,51 N). Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wyznaczono wartość R_m (tabela 1).

Do pomiaru chropowatości zastosowano metodę stykową. Pomiary przeprowadzono na profilografometrze Mitutoyo Formtracer SV-C4500 z końcówką pomiarową SV-C3000. Pomiary wykonano dla trzech filamentów: PLA bez domieszek, PLA z grafitem oraz PLA z miedzią. Chropowatość dla trzech próbek mierzono trzema różnymi metodami, wyznaczając parametry odpowiednio: R_a , R_z i R_q . Wartości parametrów chropowatości uśredniono z pięciu pomiarów (tabela 2).

Analizując wyniki, można zauważyć różnice w chropowatości: PLA bez domieszek posiadało najniższe średnie wartości chropowatości, największą chropowatość uzyskano dla kompozytowego PLA z grafitem, a wartość pośrednią uzyskano dla PLA z miedzią, mimo większej ilości domieszki niż dla grafitu.

4. WNIOSKI

W pracy przedstawiono wyniki przeprowadzonego eksperymentu badawczego wytłoczenia filamentu. Wytworzono trzy filamenty: z granulatu PLA bez domieszek, PLA z grafitem oraz

PLA z miedzią. Filamenty zostały wytłoczone poprawnie, co dowiodło, że urządzenie ekstruder 3Devo działa zgodnie z zapewnieniami producenta.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że skład chemiczny ma wpływ na siłę zrywania filamentu oraz na chropowatość powierzchni nici. Największe siły zerwania uzyskano dla filamentu kompozytowego z 15-proc. domieszką miedzi. Najmniejsze wartości chropowatości osiągnął PLA bez domieszek. Sposób przygotowania materiału wsadowego, tj. mienienie i dwukrotne wytłaczanie, ma wpływ na uzyskany filament i możliwość użycia w druku 3D.

Praca była finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach subwencji badawczej AGH w Krakowie nr 16.16.110.663, zad. 5 oraz umowy nr 10.16.130.79990.

LITERATURA

- [1] Dudek P.: *FDM 3D printing technology in manufacturing composite elements*. Archives of Metallurgy and Materials 58 (4) (2013) 1415–1418.
- [2] Filament Makers, 3Devo, <https://3devo.com/filament-makers>, dostęp 21.11.2022 r.
- [3] Jiménez L., Mena M.J., Prendiz J., Salas L., Vega-Baudrit J.: *Poly(lactic acid) (PLA) as a bioplastic and its possible applications*. Journal of Food Science and Nutrition 5 (2) (2019) 048.
- [4] Gadomska-Gajadhar A., Ruśkowski P.: *Polilaktyd w zastosowaniach medycznych*. Tworzywa Sztuczne w Przemysle 2 (2017) 32–35.
- [5] Messenger M., Freeman T., Troxler C., Lilly M., Rodriguez R., Boetcher S.: *Phase-change materials for additive manufacturing*, <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1413&context=discovery-day>, dostęp 08.04.2021 r.
- [6] Malinowski R., Richert S.: *Wpływ trzykrotnego przetwarzania polilaktynu na jego właściwości wytrzymałościowe, reologiczne i cieplne*. Chemik 64 (4) (2010) 1–4.
- [7] Blicharski M.: *Wstęp do inżynierii materiałowej*. WNT, Warszawa (2001) 82–87.

PAMIĘTAJ O PRENUMERACIE INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ!

on-line na www.sigma-not.pl lub prenumerata@sigma-not.pl, i.materialowa@sigma-not.pl

The effect of processing parameters on the microstructure and properties of sintered Fe-2.5%Mn-0.8%C gear wheels

Wpływ parametrów wytwarzania na mikrostrukturę i właściwości spiekanych kół zębatach o składzie Fe-2,5%Mn-0,8%C

MACIEJ SUŁOWSKI *
ROBERT DĄBROWSKI
IGA ZAWILIŃSKA

ORCID: 0000-0002-0977-9212

ORCID: 0000-0002-4922-7973

Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej,
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie,
ul. Czarnowiejska 66, 30-059 Kraków
*e-mail: sulek@agh.edu.pl

The aim of this work was to investigate the influence of processing parameters, in particular copper infiltration, mechanical properties and microstructure of sintered Fe-2.5% Mn-0.8% C gear wheels. Gear wheels were sintered at 1150°C for 60 min in mixture of 70% N₂ and 30% H₂. Following this process, the wheels were re-sintered at 1120°C for 60 min in 95% N₂ and 5% H₂ atmosphere and combined with copper (1.41–4.20%) overlay infiltration method. After infiltration, density and mechanical properties were measured. The results of investigations show that after copper infiltration density and hardness of gears increased. The highest teeth bend strength was obtained for not infiltrated gears. The lowest bend strength value was recorded for gears infiltrated with 4.2% Cu.

Keywords: gear wheel, powder metallurgy, copper infiltration, microstructure, mechanical properties

W pracy zbadano wpływ parametrów wytwarzania, a w szczególności infiltracji miedzią, na właściwości mechaniczne oraz mikrostrukturę spiekanych kół zębatach. Koła zębata spiekano w temp. 1150°C przez 60 min w atmosferze mieszaniny 70% N₂ i 30% H₂. Następnie poddano je ponownemu spiekaniu w atmosferze będącej mieszaniną 95% N₂ i 5% H₂ w czasie 60 min w temp. 1120°C, połączonemu z infiltracją miedzią (1,41–4,20%) metodą nakładkową. Po spiekaniu stale poddawano pomiarom gęstości, badaniom właściwości mechanicznych i badaniom metalograficznym. Wykazano, że infiltracja miedzią prowadzi do wzrostu gęstości oraz twardości badanych kół. Największą wytrzymałość na statyczne zginanie zębów wykazały koła nieinfiltrowane miedzią, a najmniejszą zęby kół infiltrowanych 4,2% Cu.

Słowa kluczowe: koło zębata, metalurgia proszków, infiltracja miedzią, mikrostruktura, własności mechaniczne

1. WPROWADZENIE

Koła zębata to części maszyn lub mechanizmów służących do przenoszenia ruchu bez poślizgu, z użyciem zębów znajdujących się na obwodach dwóch współpracujących ze sobą kół. Dwa lub większa liczba kół zazębiających się ze sobą tworzy przekładnię zębatą [1–4]. Istnieje wiele metod wytwarzania kół zębatach. Należą do nich m.in.: technologia metalurgii proszków, obróbka skrawaniem, obróbka plastyczna i wykrawanie elektroerozyjne [5–8]. Proces wytwarzania kół zębatach technologią metalurgii proszków składa się z: wyprodukowania proszków metali, przygotowania ich mieszanki, formowania (prasowania), spiekania oraz obróbki końcowej. Jedną z wad wyrobów otrzymywanych tą technologią jest występowanie porów. Niektóre z procesów technologicznych, np. prasowanie izostatyczne na gorąco, kucie na gorąco, wyciskanie na gorąco czy prasowanie obwiedniowe umożliwiają ich eliminację [4]. Wymienione procesy eliminacji porów są bardzo kosztowne, więc najczęściej do tego celu wykorzystuje się tzw. infiltrację, która polega na wypełnieniu porów spieku lub wypraski metalem lub stopem metalu o tempe-

raturze topnienia niższej niż temperatura topnienia półwyrobu, pod działaniem sił kapilarnych [6–12]. Proces infiltracji może być realizowany na 3 sposoby: przez całkowite zanurzenie, metodą kapilarną lub nakładkową. Metoda nakładkowa polega na nałożeniu na porowaty szkielet nakładki zawierającej określoną ilość metalu i podgrzaniu do temperatury wyższej niż temperatura topnienia metalowej nakładki. Ulega ona roztopieniu, a ciekły metal infiltruje kapilary kształtki pod wpływem sił kapilarnych oraz grawitacji [6–9]. Metodę tę wykorzystano do wytworzenia kół zębatach infiltrowanych miedzią w ilości 1,41; 2,79 i 4,20%.

2. CZĘŚĆ BADAWCZA

2.1. MATERIAŁ

Do wytworzenia kół zębatach użyto mieszanki proszków o składzie Fe-2,5%Mn-0,8%C, wykonanej z zredukowanego proszku żelaza NC 100.24 firmy Höganäs AB (Szwecja), proszku niskowęglowego żelazomanganu (77% Mn) firmy Elkem Eramet Sauda (Norwegia) oraz proszku grafitu dostarczonego przez firmę Höganäs AB (Szwecja).

2.2. METODYKA BADAŃ

Mieszanę wykonano w mieszalniku Turbula, mieszając proszki bazowe przez 15 min. Wytworzono koła zębate o liczbie zębów $Z = 14$, średnicy zewnętrznej $d_k = 34$ mm, średnicy podziałowej $d_o = 28$ mm oraz średnicy rdzenia $d_r = 25$ mm. Mieszanki proszków prasowano w prasie Joshizuka (Japonia) przy sile nacisku 70 kN. Jako środka poślizgowego użyto stearynianu cynku (1%), który wypalano w temp. 700°C przez 40 min. Następnie pierwszy raz spiekano koła zębate w temp. 1150°C przez 60 min w atmosferze 70% N₂ i 30% H₂ i chłodzono 10°C/min. Szybkość nagrzewania od temperatury wypalania środka poślizgowego do temperatury spiekania wynosiła 10°C/min.

Ponowne spiekanie kół zębatach wykonano w atmosferze 95% N₂ i 5% H₂, w czasie 60 min, w temp. 1120°C i połączono

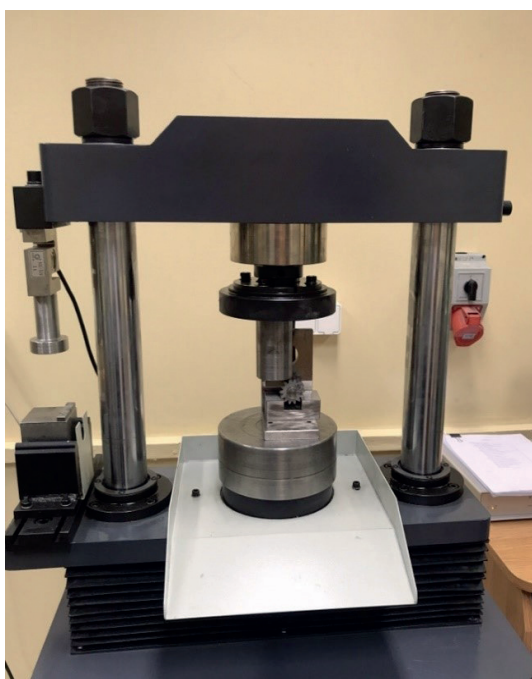


Fig. 1. Stand for testing the strength of teeth against static bending
Rys. 1. Stanowisko do badania wytrzymałości zębów na statyczne zginanie

je z infiltracją miedzią metodą nakładkową. Proces ten polegał na nałożeniu na górną powierzchnię kół miedzianych pierścieni (pojedynczych, podwójnych lub potrójnych) zawierających odpowiednio: 1,41; 2,79 i 4,20% Cu. Zastosowano miedź elektrolityczną ETP o czystości powyżej 99,9%.

Przed procesem infiltracji kształtki zważono i zmierzono. Po procesie infiltracji koła zębata zważono i zmierzono powtórnie, a także obliczono masę i zawartość procentową miedzi wprowadzonej do kół podczas infiltracji. Gęstość kół wyznaczono metodą ważenia w wodzie i powietrzu.

Pomiary twardości wykonano twardościomierzem ZwickRoell 81875 A/B metodą Vickersa przy obciążeniu 30 kG (294 N). Wykonano po 5 pomiarów na górnej oraz dolnej powierzchni kół. Przez górną powierzchnię koła zębata rozumie się powierzchnię, na której były umieszczone pierścienie do infiltracji.

Badania wytrzymałości zębów na zginanie wykonano, używając specjalnego urządzenia, które przedstawiono na rys. 1. Próbkę umieszczano w uchwycie w taki sposób, aby zęby znajdowały się pomiędzy dwoma stemplami, ruchomym i nieruchomym. Następnie uchwyt wraz z odpowiednio ułożonym kołem zębatach umieszczono w maszynie wytrzymałościowej. Dla każdego z kół wykonano 6–8 prób zginania zębów.

Fotografie przełomów powstałych po zginaniu zębów kół zębatach wykonano w skaningowym mikroskopie elektronowym Phenom World XL, używając detektora elektronów wtórnych.

2.3. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

W tabeli 1 zamieszczono wyniki pomiarów kół zębatach przed procesem infiltracji, a w tabeli 2 wyniki tych pomiarów po procesie infiltracji. Dodatkowo w tabeli 2 zestawiono wyniki pomiarów masy oraz zawartości procentowej miedzi wprowadzonej do kół podczas infiltracji. Porównanie tych danych wskazuje, że proces infiltracji kół zębatach metodą nakładkową spowodował zwiększenie ich masy oraz gęstości. W wyniku nałożenia na górną powierzchnię kół zębatach miedzianych pierścieni w celu realizacji procesu infiltracji, koła zębata zawierały po procesie odpowiednio: 0,85; 1,70 i 2,55 g miedzi (tabela 2).

Table 1. The results of measurements of gear wheels before infiltration
Tabela 1. Wyniki pomiarów kół zębatach przed procesem infiltracji

Nr próbki	Wysokość				Masa, mm	Gęstość, g/cm ³
	h ₁ , mm	h ₂ , mm	h ₃ , mm	średnia, mm		
1	17,03	16,96	17,02	17,00	59,84	7,15
2	16,99	17,02	17,04	17,02	59,95	7,16
3	17,05	16,96	16,98	17,00	59,77	7,15
4	16,98	17,00	16,94	16,97	59,74	7,16
5	16,99	17,07	17,00	17,02	59,69	7,13
6	16,98	17,03	16,94	16,98	59,86	7,17
7	17,06	17,04	17,04	17,05	59,87	7,14
8	17,03	17,05	17,03	17,04	59,66	7,12

Table 2. The results of measurements of gear wheels after infiltration
Tabela 2. Wyniki pomiarów kół zębatych po procesie infiltracji

Nr próbki/ liczba pierścieni Cu	Masa, g	Wysokość, mm	Zawartość Cu, %	Zawartość Cu, g	Gęstość, g/cm ³
1/0	59,55	16,77	-	-	7,22
2/0	59,54	16,80	-	-	7,20
3/1	60,16	16,70	1,41	0,85	7,32
4/1	60,16	16,77			7,29
5/2	61,12	16,88	2,79	1,70	7,36
6/2	60,85	16,90			7,32
7/3	61,74	16,80	4,20	2,55	7,47
8/3	61,72	16,88			7,43

Table 3. Mechanical properties of investigated gear wheels
Tabela 3. Właściwości mechaniczne badanych kół zębatych

Nr próbki/ liczba pierścieni Cu	HV30 powierzchni górnej, kG/mm ²	HV30 powierzchni dolnej, kG/mm ²	F_{max} , kN	R_g , MPa
1/0	186,9±7,5	185,7±5,1	18,2±1,1	801,1±45,0
2/0	186,2±12,6	188,8±13,2	17,4±1,9	767,7±84,0
3/1	329,9±10,4	184,0±15,7	17,9±3,4	769,9±149,5
4/1	338,7±5,8	185,1±15,5	16,4±1,9	723,4±88,7
5/2	322,3±28,1	224,6±61,3	17,4±1,1	765,7±50,1
6/2	337,4±30,5	241,6±72,1	16,0±1,3	706,8±59,1
7/3	320,6±19,5	214,9±35,5	13,8±1,3	609,9±58,2
8/3	329,2±23,6	303,6±115,1	14,6±2,4	641,9±104,7

W tabeli 3 zamieszczono wyniki badań właściwości mechanicznych spiekanych i infiltrowanych kół zębatych. Na podstawie tych wyników można zauważyć, że wraz ze wzrostem zawartości miedzi w spiekanych kołach zębatych wzrastała ich twardość. Najmniejszą twardością charakteryzowały się próbki 1/0 oraz 2/0, spiekane bez dodatku miedzi (niepoddane procesowi infiltracji). Pozostałe koła spiekane z jednym, dwoma oraz trzema pierścieniami miedzi (użytych w procesie infiltracji) osiągały zdecydowanie większe i dość zbliżone twardości.

Ponadto zaobserwowano większą twardość przy górnych powierzchniach badanych kół zębatych infiltrowanych niż przy powierzchniach dolnych. Może to wynikać z faktu, że miedź podczas procesu infiltracji wnikała nierównomiernie w materiał.

Spiekane koła zębate niepoddane procesowi infiltracji miały zbliżone twardości na górnej i dolnej badanej powierzchni.

Zwiększenie twardości badanych kół zębatych było spowodowane wypełnieniem otwartych porów stali miedzią, która jako dodatek stopowy wpływa na umocnienie stali.

Na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 3 widać, że największą siłą zginającą charakteryzowały się spiekane koła zębate nieinfiltrowane miedzią, a najmniejszą wytrzymałość na statyczne zginanie zębów wykazały próbki spiekane z trzema pierścieniami miedzi.

Biorąc pod uwagę wielkość odchylenia standardowego, można zauważyć, że wytrzymałość na zginanie zębów kół spiekanych z jednym, dwoma oraz trzema pierścieniami miedzi była bardzo zbliżona.

Na rys. 2 i 3 przedstawiono przykładowe wykresy zginania zarejestrowane w układzie obciążenie–przemieszczenie podczas statycznej próby zginania zębów badanych kół zębatych. Na rys. 2 przedstawiono wykres statycznego zginania zęba koła nieinfiltrowanego miedzią, a na rys. 3 analogiczny wykres dla spieka-

nego koła zębatego infiltrowanego przy użyciu 3 pierścieni Cu (zawierającego 2,55 g Cu, czyli 4,2%). Wykresy mają w znacznej części przebieg prostoliniowy, co może wskazywać, że odkształcenie zębów miało charakter sprężysty.

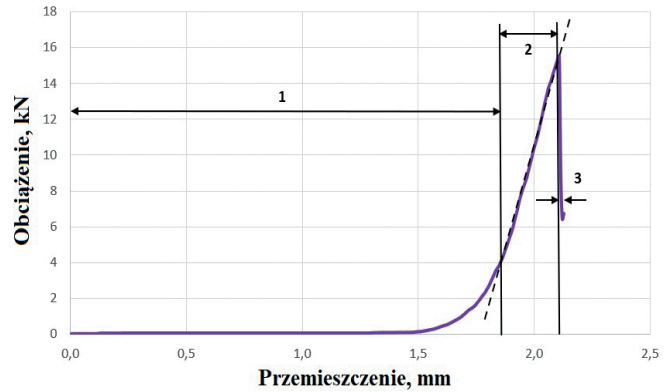
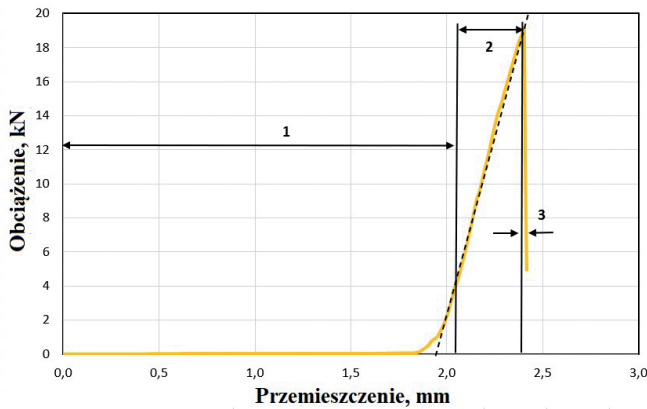


Fig. 2. The diagram of static bending of a gear tooth not infiltrated with Cu; no range of plastic deformation: 1 – clearance elimination, 2 – elastic deformation, 3 – fracture formation

Rys. 2. Wykres statycznego zginania zęba koła nieinfiltrowanego Cu; nie występuje zakres odkształcenia plastycznego: 1 – likwidacja luzu, 2 – odkształcenie sprężyste, 3 – powstawanie przełomu

Fig. 3. The diagram of static bending of a gear tooth infiltrated with 2.55 g Cu (4.2% Cu); no range of plastic deformation: 1 – clearance elimination, 2 – elastic deformation, 3 – fracture formation

Rys. 3. Wykres statycznego zginania zęba koła infiltrowanego 2,55 g Cu (4,2% Cu); nie występuje zakres odkształcenia plastycznego: 1 – likwidacja luzu, 2 – odkształcenie sprężyste, 3 – powstawanie przełomu

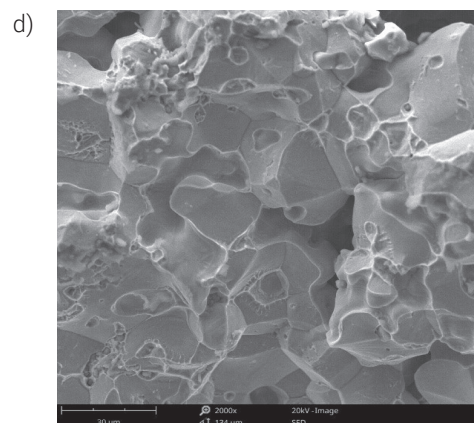
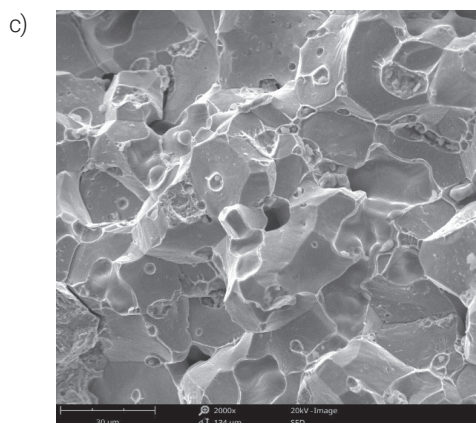
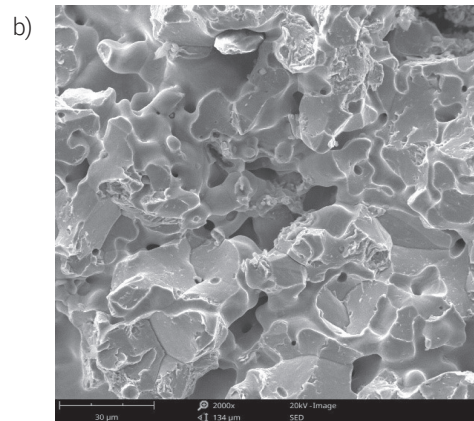
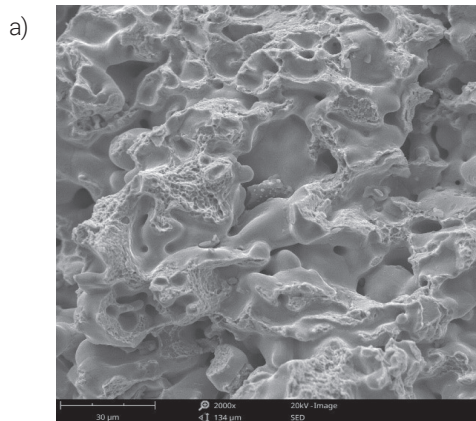


Fig. 4. Photographs of fractures formed after bending the teeth of sample gears: a) fracture of sample no. 1/0 (without Cu infiltration), b) fracture of sample no. 3/1 (infiltrated with 1.41% Cu), c) fracture of sample no. 5/2 (infiltrated with 2.79% Cu), d) fracture of sample no. 7/3 (infiltrated with 4.2% Cu)

Rys. 4. Fotografie przełomów powstałych po zginaniu zębów przykładowych kół zębatych: a) przełom próbki nr 1/0 (bez infiltracji Cu), b) przełom próbki nr 3/1 (infiltrowanej 1,41% Cu), c) przełom próbki nr 5/2 (infiltrowanej 2,79% Cu), d) przełom próbki nr 7/3 (infiltrowanej 4,2% Cu)

Na rys. 4 przedstawiono fotografie przełomów wybranych próbek kół zębatych powstałych po statycznym zginaniu zębów, wykonane przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego Phenom World XL. Analiza tych fotografii wskazuje, że przełomy miały charakter mieszany i zawierały powierzchnie kruche. Widoczne są swobodne, niespieczone obszary, ponieważ większe elementy cząstek nie uległy wzajemnemu połączeniu. Przyczyną tego zjawiska może być niska temperatura spiekania, która wynosiła 1150°C.

3. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W artykule przedstawiono wyniki badań kół zębatych wytworzonych ze spieków Fe-2,5%Mn-0,8%C z wykorzystaniem procesu infiltracji miedzią (w ilości: 1,41; 2,79 i 4,2%) metodą nakładkową. Dokonano porównania właściwości fizycznych spiekanych kół (ich gęstości) niepoddawanych infiltracji oraz nasyconych miedzią. Wykonano również pomiary twardości kół oraz wytrzymałości zębów kół na statyczne zginanie.

Uzyskane rezultaty pozwoliły na sformułowanie wniosku, że poddanie kół zębatych o składzie Fe-2,5%Mn-0,8%C procesowi infiltracji miedzią powoduje, że wszystkie próbki spiekane z jednym, dwoma oraz trzema pierścieniami Cu charakteryzuje większa gęstość w porównaniu z próbkami nieinfiltrowanymi. Spiekane koła zębate niepoddawane procesowi infiltracji mają zdecydowanie mniejszą twardość w porównaniu z kołami infiltrowanymi miedzią. Twardość takich kół jest zdecydowanie większa na górnych powierzchniach niż na powierzchniach dolnych. Największą wytrzymałością na statyczne zginanie charakteryzują się zęby kół nieinfiltrowanych miedzią. Najmniejsze wartości tego parametru wykazują spiekane koła zębate infiltrowane 4,2% Cu. Odształcanie zębów badanych kół zębatych, zarówno infiltrowanych, jak i niepoddanych temu procesowi miało charakter sprężysty. Przełomy spiekanych kół zębatych nieinfiltrowanych, jak i infiltrowanych Cu są zbliżone i mają charakter mieszany.

Praca była finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach subwencji badawczej AGH w Krakowie nr 16.16.110.663, zad. 5.

LITERATURA

- [1] Ochęduszek K.: Koła zębate. Konstrukcja. WNT, Warszawa (1985).
- [2] Rutkowski A.: Części maszyn. Wyd. WSiP, Warszawa (1986).
- [3] http://wm.pollub.pl/files/65/attachment/3123_wyklad,08,przekladnie,zebate,1.pdf, dostęp 07.05.2020 r.
- [4] Ciaś A., Frydrych H., Pieczonka T.: Zarys metalurgii proszków. WSiP, Warszawa (1992).
- [5] Cedergren J., Melin S., Lidström P.: Numerical investigation of powder metallurgy manufactured gear wheels subjected to fatigue loading. *Powder Technology* 160 (2005) 161–169.
- [6] Madej M.: Kształtowanie struktury i własności infiltrowanych kompozytów na osnowie stali szybkoobrotowej. Praca doktorska. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków (2007).
- [7] Madej M.: Copper infiltrated high speed steel skeletons. *Archives of Materials Science and Engineering* 98 (2019) 5–31.
- [8] Madej M.: Mikrostruktura i własności kompozytów na osnowie stali szybkoobrotowej. *Rudy i Metale Nieżelazne Recykling* 62 (1) (2017) 31–35.
- [9] Madej M.: Rola miedzi w kompozytach na osnowie stali szybkoobrotowej. Monografia. *Metalurgia 2020. XVII Konferencja Sprawozdawcza Komitetu Metalurgii PAN, Bukowina Tatrzańska, 20–22 X (2021)* 231–308.
- [10] Campos M., Torralba J.M., Menapace C., Molinari A.: Effect of copper infiltration on fracture mode in sintered steels. *Powder Metallurgy* 51 (2008) 176–181.
- [11] Wong-Angel W.D., Tellez-Jurado L., Chavez-Alcala J.F., Chavira-Martinez E., Verduzco-Cederio V.F.: Effect of copper on the mechanical properties of alloys formed by powder metallurgy. *Materials and Design* 58 (2014) 12–18.
- [12] Bernier F., Beaulieu P., Bailon J.P., L'Esperance G.: Effect of Cu infiltration on static and dynamic properties of PM steels. *Powder Metallurgy* 54 (2011) 314–319.



PORTAL INFORMACJI TECHNICZNEJ
największa baza publikacji on-line
www.sigma-not.pl

Vitamin C. Properties, role and application

Witamina C. Właściwości, rola i zastosowanie

KLAUDYNA GRZELA
MAGDALENA BAŃKOSZ*

ORCID: 0000-0002-8016-7104

Katedra Inżynierii Materiałowej, Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki,
Politechnika Krakowska,
al. Jana Pawła II 37, 31-864 Kraków
*e-mail: magdalena.bankosz@doktorant.pk.edu.pl

Vitamin C is considered one of the most important substances in the organism. This compound is involved in many metabolic processes; however, it is not produced independently by the human organism. This review provides information on the properties and role of vitamin C. The main attention has been paid to the use of vitamin C in the treatment of selected infectious diseases, anticancer therapies as well as cosmetic applications. In addition, the most important functions and properties of vitamin C are discussed. The possibility of transporting vitamin C in drug delivery systems using liposomes was also discussed.

Keywords: vitamin C, ascorbic acid

Witamina C uważana jest za jedną z najważniejszych substancji w organizmie. Związek ten uczestniczy w wielu procesach metabolicznych, jednakże nie jest produkowany samodzielnie przez organizm ludzki. Przegląd dostarcza informacji o właściwościach i znaczeniu witaminy C. Główną uwagę zwrócono na zastosowanie witaminy C w leczeniu wybranych chorób zakaźnych, terapiach przeciwnowotworowych, jak również aplikacjach kosmetycznych. Ponadto omówiono najważniejsze funkcje i właściwości witaminy C. Omówiono także możliwość transportu witaminy C w systemach dostarczania leków, m.in. z wykorzystaniem liposomów.

Słowa kluczowe: witamina C, kwas askorbinowy

1. WSTĘP

Witaminy są grupą organicznych związków chemicznych, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania ludzkiego organizmu. Nie są egzogenne, z reguły są dostarczane wraz z pożywieniem. Witaminy można również suplementować w przypadku ich niedoboru. Słowo „witamina” ma swoje korzenie w dwóch słowach łacińskich: *vitae*, czyli witalność oraz *amina* oznaczającym grupę aminową w budowie tych związków chemicznych. Na początku mianem witamin określano witaminę B₁, która sama w sobie jest aminą. Później do tej grupy dołączyły inne związki [1–3].

Wśród głównych funkcji witamin wymienić można katalizowanie oraz umożliwienie zajścia wielu przemian biochemicznych w organizmie człowieka. Mimo że witaminy nie pełnią funkcji materiałów budulcowych czy energetycznych, są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu [4, 5]. Można je podzielić na dwie grupy. Pierwszą z nich są witaminy rozpuszczalne w tłuszczach, takie jak: A, D, E oraz K. Drugą grupę stanowią związki rozpuszczalne w wodzie, czyli witamina C oraz witaminy z grupy B (B₁, B₂, B₆, B₁₂, PP, foliany, kwas pantotenowy i biotylna) [6, 7].

Istnieje kilka pojęć związanych z witaminami: (i) prowitamina oznacza składnik, który w organizmie zmienia się w aktywną

witaminę, (ii) awitaminoza jest to zespół chorobowy spowodowany niedoborem witamin, (iii) hipowitaminoza to niedobór jednej lub więcej witamin w organizmie, a (iv) hiperwitaminoza oznacza zespół chorobowy spowodowany nadmiarem witamin w organizmie.

Obecnie można zauważyć tendencję do fortyfikacji, czyli wzbogacania artykułów spożywczych w wybrane składniki odżywcze w celu zapobiegania ich niedoborom w określonych grupach ludności lub całej populacji, w tym również produktów wzbogacanych witaminami [8, 9].

2. WITAMINA C

2.1. BUDOWA I OTRZYMYWANIE

Witamina C znana jest też pod nazwami: kwas askorbowy, kwas askorbinowy oraz kwas L-askorbinowy. Jest ona produktem przemiany glukozy, pochodną sacharydów. Wytwarzana jest głównie z D-glukozy, a w przypadku roślin może być wytworzona również z D-galaktozy. U dużej części zwierząt kwas askorbinowy jest syntetyzowany w organizmie dzięki obecności enzymu oksydazy L-gulonono- γ -laktonowej. Rośliny biosyntetyzują ten związek dzięki enzymowi katalizującemu dehydrogenazy galaktono-lak-

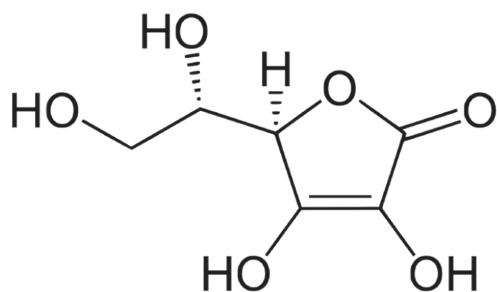


Figure. The structural formula of L-ascorbic acid
Rysunek. Wzór strukturalny kwasu L-askorbionowego

tonowej. Witamina C jest γ -laktonem kwasu 2,3-dehydro-L-gulonowego o wzorze sumarycznym $C_5H_8O_6$. Wzór strukturalny witaminy C przedstawiono na rysunku [10].

2.2. WŁAŚCIWOŚCI I FUNKCJE

Witamina C ma postać bezwonnego, białego proszku o kwaśnym smaku. Jest rozpuszczalna w wodzie oraz rozcieńczonych alkoholach. Jedną z największych zalet kwasu askorbionowego jest zdolność do odwracalnego utleniania i redukcji, czyli układu redoks. Dzięki temu istnieje możliwość oznaczenia ilościowego witaminy C w różnych produktach, np. farmaceutycznych, spożywczych oraz materiałach biologicznych [11].

Kwas askorbionowy jest stosunkowo trwały w stanie suchym, natomiast ulega rozkładowi w wodzie oraz jej roztworach,

a warunkują to takie czynniki, jak: środowisko alkaliczne lub obojętne, wyższa temperatura oraz obecność tlenu, żelaza miedzi i ich jonów. Duża termostabilność wynika z faktu, że stopień rozkładu witaminy C rośnie wraz ze wzrostem temperatury w obecności tlenu. Kwas askorbionowy w warunkach beztlenowych jest również odporny na działanie wysokich temperatur, jednak jest mniej trwały. Największą trwałość witaminy C osiąga w pH 4–6 [12, 13].

Wśród najważniejszych właściwości fizycznych witaminy C można wyróżnić gęstość, masę cząsteczkową, rozpuszczalność czy też temperaturę topnienia. Wybrane parametry szczegółowo określono w tabeli [14, 15].

Witamina C jest związkiem pełniącym w organizmie wiele ważnych funkcji. Do najważniejszych z nich możemy zaliczyć: (i) rolę kofaktora enzymów m.in. w procesie biosyntezy kolagenu oraz utrzymanie prawidłowych funkcji tkanki łącznej, (ii) działanie antyoksydacyjne – neutralizowanie nadmiaru szkodliwych wolnych rodników (funkcje ochronne dla DNA, białek i lipidów), (iii) utrzymanie prawidłowego funkcjonowania naczyń krwionośnych, kości, skóry, zębów, chrząstki i dziąseł, (iv) utrzymanie prawidłowego funkcjonowania metabolizmu, układu odpornościowego i nerwowego, (v) przyswajanie żelaza niehemowego, (vi) zapobieganie postawianiu nitrozoamin z azotanem(III) i (V), które są związkami rakotwórczymi, oraz (vii) reakcja hydroksylacji w modyfikacji kolagenu [16–18].

2.3. NIEDOBORY

Dzienne zapotrzebowanie na witaminę C waha się w granicach 45–100 mg i jest zależne od takich czynników, jak płeć, wiek oraz masa ciała. Witamina C naturalnie występuje w pożywieniu, np. owocach cytrusowych, czarnej porzeczce, owocach dzikiej róży, ziemniakach, kiszzonej kapuście, czerwonej papryce

Table. The most important physical properties of L ascorbic acid
Tabela. Najważniejsze właściwości fizyczne kwasu L-askorbionowego

Właściwość	Szczegółowe określenie/wartość liczbowa
Wzór sumaryczny	$C_5H_8O_6$
Gęstość, g/mL	1,65
Masa cząsteczkowa, g/mol	176,13
Postać	biała, krystaliczna substancja bez zapachu, o kwaśnym smaku
Temperatura topnienia, °C	190–192
Rozpuszczalność, g/mL	0,33 – zimna woda, 0,5 gorąca woda; 0,033 – 95% etanolu, 0,02 – absolutny etanol; 0,01 – glicerol, 0,05 – glikol propylenowy; nierozpuszczalny w eterze etylowym, chloroformie, benzenie i eterze naftowym
Skręcalność właściwa	$[\alpha]_D^{25} = +20,5\text{--}22,5^\circ$ (H_2O) $[\alpha]_D^{23} = +48^\circ$ (metanol)
Potencjał redox	$E^1_0 = +0,166$ V (pH = 4)

czy natce pietruszki. Organizm ludzki nie produkuje sam tej witaminy, dlatego musi być ona dostarczona wraz z pożywieniem [19, 20]. Przy odpowiednio zbilansowanej diecie nie powinno dojść do jej niedoboru. Jednakże niedobór witaminy C zaczyna objawiać się dopiero po ok. 2–3 miesiącach, m.in. krwawymi wybroczynami, suchością spojówek oraz błony śluzowej jamy ustnej, nadmiernym rogowaceniem naskórka, bólami kości i stawów, wolnym gojeniem się ran oraz wzmożonym krwawieniem. Skutkiem niedoboru kwasu askorbinowego w ekstremalnej sytuacji jest szkorbut, który objawia się samorzutnymi krwawieniami, bólami mięśni, stawów oraz kości, powolnym gojeniem ran oraz zapaleniem dziąseł i w konsekwencji wypadaniem zębów [21].

2.4. ZASTOSOWANIE

2.4.1. WYKORZYSTANIE W KOSMETYCE

Witamina C znajduje zastosowanie w kosmetyce. Dzięki właściwości utleniania i redukcji w zastosowaniu zewnętrznym na skórze przyczynia się do produkcji kolagenu po różnego rodzaju zabiegach oraz podczas regeneracji przebarwień. Jest zalecana do codziennego stosowania podczas leczenia trądziku ze względu na właściwości przeciwzapalne. Stosowana jest również w produktach dla kobiet powyżej 35. roku życia jako stymulator produkcji kolagenu, którego naturalne wytwarzanie przez skórę jest ograniczone. Z tego względu jest ona nazywana witaminą młodości. Brak witaminy C powoduje zmniejszenie syntezy kolagenu oraz jego sieciowania, co skutkuje powstawaniem zmarszczek i szybszym starzeniem się skóry [22]. Ponadto witamina C blokuje przemiany azotanów, dzięki czemu zapobiega tworzeniu mutagennych związków rakotwórczych. Związek ten znajduje również zastosowanie w kremach stosowanych ochronnie przy opalaniu. Wybrane kremy z filtrem często są niewystarczające do ochrony skóry przed promieniowaniem UVA i UVB. Nadmierne promieniowanie może powodować utratę witaminy C, a w konsekwencji szybsze starzenie się skóry. Zaleca się stosowanie witaminy C przed ekspozycją na słońce ze względu na ochronę przed oparzeniami oraz rumieniem [23].

Kwas L-askorbinowy sam w sobie jest nietrwały. Połowa tego związku ulega rozkładowi już po około miesiącu, przez co traci swoje właściwości. Do utrzymania stabilności dodawane są związki, które podtrzymują stałość, a nie zmieniają właściwości witaminy C. Stosowane są również jego trwalsze pochodne, tj. sole magnezowe i sodowe kwasu askorbinowego. Jednak zarówno witamina C, jak i jej trwalsze pochodne trudno wchłaniają się przez skórę. Lepiej wchłaniają się pochodne niezjonizowane, a skuteczność preparatu wykonanego z tych związków zależy od hydrolizy do kwasu askorbinowego. W kosmetykach można spotkać takie pochodne witaminy C, jak palmitynian askorbylu, sól magnezowa fosforanu askorbylu, glukozyd askorbylu i 3-O-etylowy kwas askorbinowy. Kwas L-askorbinowy występuje w jednorazowych kosmetykach, czyli np. ampułkach do użycia „na raz”. Dobrym sposobem, by witamina C nie utleniła się na powierzchni skóry oraz lepiej się wchłonięła, jest użycie maski

algowej po zaaplikowaniu produktu. Inną opcją jest użycie kosmetyku z witaminą C w otoczce liposomalnej [24, 25].

2.4.2. LECZENIE CHOROÓB ZAKAŻNYCH

Witamina C jest jedną z najpopularniejszych witamin, szczególnie ze względu na jej zdolności do zwiększania odporności organizmu. Istnieje wiele doniesień literaturowych na temat wykorzystania witaminy C w leczeniu chorób zakaźnych. Przeprowadzone badania wskazują, że zastosowanie nawet dużych ilości tego związku nie powoduje negatywnej reakcji organizmu, a wręcz przeciwnie, umożliwia wspomaganie terapii leczniczej wybranych chorób. Wśród wirusowych chorób zakaźnych, których leczenie można wspomagać zastosowaniem witaminy C wymienić można: chorobę Heinego-Medina (polio), wirusowe zapalenie wątroby, odrę, świnkę, wirusowe zapalenie mózgu, ospę wietrzną i infekcje herpeswirusami, wirusowe zapalenie płuc oraz grypę. Ponadto zastosowanie witaminy C wywołało znaczne złagodzenie skutków choroby również w przypadku wścieklizny, AIDS oraz przeziębienia. W tym przypadku odnotowano tymczasowe zaniki objawów lub ich skrócenie i polepszenie samopoczucia chorych [26]. Wśród pozostałych chorób, dla których zastosowanie witaminy C w znacznym stopniu łagodzi przebieg oraz skutki można wymienić błonicę, tężec oraz infekcje powodowane przez paciorkowce. Zastosowanie witaminy C było także sprawdzane pod kątem wspomagania leczenia krztuśca oraz gruźlicy. Efekty badań wskazują, że u większości pacjentów nastąpiła zdecydowana poprawa oraz złagodzenie objawów. Kurację witaminą C stosowano również w przypadku trądu, duru brzuszego, malarii, boreliozы oraz trychinozy. We wszystkich przypadkach potwierdzono ustępowanie objawów oraz łagodny przebieg choroby [27]. Inne choroby zakaźne lub mikroorganizmy patogenne, które mogą zostać wyleczone lub złagodzone dzięki witaminie C to: czerwonka bakteryjna, infekcje bakteriami pseudomonas, gorączka plamista Gór Skalistych, infekcje powodowane przez gronkowce, ameboza i trypanosomoza [28, 29].

2.4.3. TERAPIA PRZECIWNOWOTWOROWA

Wielu naukowców podejmowało badania nad leczeniem nowotworów przy użyciu witaminy C. Hugh D. Riordan wraz z zespołem ustalił, że witamina C w organizmie człowieka powinna osiągać poziom cytotoksyczny, czyli min. 400 mg/dL. Zaleca się, by stosować zarówno wlewy dożyłne, jak i doustne w celu osiągnięcia progu biegunkowego. Dzięki stabilnemu nasyceniu tkanek witaminą C utworzone są warunki do śmierci komórek nowotworowych. W dużym stężeniu kwas askorbinowy zmienia się z antyutleniacza w utleniacz, wydzielając nadtlenek wodoru H_2O_2 . Jest to zabójcze dla komórek nowotworowych ze względu na małą ilość katalazy. Witamina C, poza leczeniem raka, wpływa również pozytywnie na zapobieganie przerzutom choroby [30].

Obecność witaminy C podczas wytwarzania kolagenu w tkankach łącznych może również wpływać na przyspieszone gojenie

się ran, oparzeń oraz złamań kości. Ponadto witamina C podawana jest także pacjentom po operacji usuwania nowotworu. Podczas takiej operacji może dojść do uwolnienia do krwioobiegu złośliwych komórek, które witamina C skutecznie niszczy [31].

Witamina C działa także jak środek detoksykujący. Wraz z tlenem cząsteczkowym i niektórymi enzymami może zmieniać toksyczne substancje w nietoksyczne pochodne, które są wydalone z organizmu wraz z moczem. Witamina ta potrafi odtruwać organizm z takich substancji, jak rakotwórcze węglowodory, nitrozaminy oraz inne związki kancerogenne [32].

2.4.4. ROLA W REGULACJI EPIGENETYCZNEJ

Witamina C jest zdolna do demetylacji DNA oraz histonów. Utleniając żelazo, przyczynia się do aktywacji enzymów TET oraz demetylaz histonów. Dzięki tej regulacji witamina C angażuje się w rozwój embrionalny, postnatalny oraz procesy starzenia. Niedobory witaminy C mogą wpływać zatem na DNA oraz histony w taki sposób, że przyczynia się do zmian fenotypowych w organizmie. Kwas askorbinowy, poza występowaniem w krwi i osoczu, występuje również w jądrze komórkowym, wpływając na procesy komórkowe i rozwój całego organizmu [33].

2.4.5. ZASTOSOWANIE NANONOŚNIKÓW DO MIEJSCOWEJ APLIKACJI WITAMINY C

Jako nanonośniki do kontrolowanego i zaplanowanego uwalniania leków używane są liposomy. Mogą być one używane również w kosmetyce do uwalniania witaminy C. Dzięki zamknięciu kwasu askorbinowego w pęcherzyku liposomu przedłuża się jego trwałość oraz ułatwia wchłanianie składnika aktywnego przez skórę. Chronią preparat przed czynnikami zewnętrznymi, przez co witamina C może być podana w niezmienionej i aktywnej formie. Dzięki tym zaletom można w pełni wykorzystać potencjał, jaki niesie za sobą witamina C dla skóry. Nanoliposomy, czyli pęcherzyki liposomalne w skali nano, mają większą powierzchnię do uwalniania składników aktywnych, dlatego są skutecznym rodzajem do transportu witaminy C [34].

Do aplikacji witaminy C można zastosować nanocząstki wytworzone na bazie matrycy polimerowej wytworzonej z polimerów pochodzenia naturalnego (białka, polisacharydy) lub syntetycznego (polimery kwasu mlekowego, glikolowego i kopolimery). Przybierają kształt nanokapsulek, nanosfer i nanokryształów. Nanokryształy z celulozy lub chitozanu z witaminą C mogą przedłużyć jej trwałość do 20 dni oraz zapewnić większą stabilność. Zamykając witaminę C w nanocząstkach etylocelulozowych, zbadano przedłużenie jej uwalniania o 8 h oraz możliwość leczenia hiperpigmentacji. Innym przykładem skuteczności tego sposobu jest badanie nanocząstek srebra z witaminą C jako liofilizowanych nanosfer, które wykazują przedłużoną i lepszą przeciwbakteryjność oraz zdolność dostarczania kwasu askorbinowego do komórek i zapobieganie stresowi oksydacyjnemu [35, 36].

Nanoemulsje to jednofazowe i termodynamicznie stabilne systemy izotropowe, które składają się z zemułgowanych

cząstek oleju, wody, surfaktantów i kosurfaktantów. Zaletami tego systemu dostarczania substancji czynnych są: możliwość zwiększenia dawki, biodostępność i rozpuszczalność substancji czynnej oraz ochrona przed degradacją enzymatyczną. Wadą jest ograniczona stabilność, przez co trzeba ją przygotować od razu przed użyciem. Badania wykazały, że nanoemulsje mogą być również wykorzystywane w transporcie witaminy C, zwiększając jej trwałość i stabilność, zwiększając działanie witaminy C [37].

3. PODSUMOWANIE

Witamina C, znana również jako kwas askorbinowy, jest związkiem rozpuszczalnym w wodzie, który odgrywa niezwykle ważną rolę w fizjologii człowieka. Główne jej funkcje wiążą się z działaniem przeciwutleniającym. Ponadto pełni ona funkcję kofaktora wielu reakcji enzymatycznych, przez co przyczynia się do stabilizacji struktury kolagenu, syntezy noradrenaliny czy też wchłaniania żelaza. Ze względu na silne działanie antyoksydacyjne witamina C jest stosowana jako środek wspomagający terapię wielu chorób, w tym również chorób nowotworowych. Unikalne właściwości terapeutyczne oraz rozpuszczalność w wodzie wpływają na szerokie zainteresowanie witaminy C w aplikacjach biomedycznych, farmaceutycznych, jak również w przemyśle kosmetycznym.

PODZIĘKOWANIA

Praca została przygotowana w ramach Koła Naukowego Materiałów Funkcjonalnych SMART-MAT prowadzonego na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Politechniki Krakowskiej. Autorzy pragną podziękować opiekunowi Koła Pani dr hab. inż. Bożenie Tyliczszak, prof. PK, za wsparcie naukowe i opiekę merytoryczną.

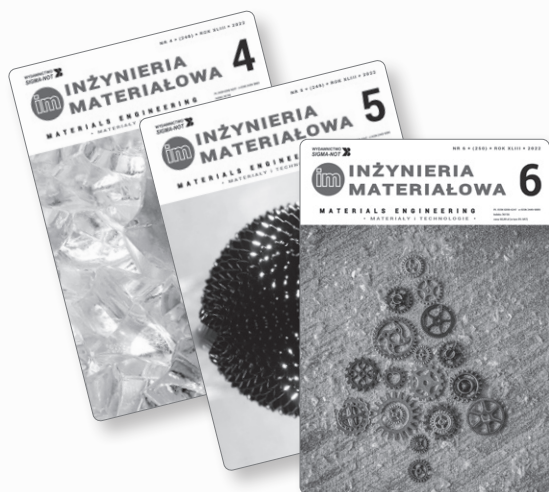
LITERATURA

- [1] Ford L.K., Jorgenson D.J., Landry E.J.L., Whiting S.J.: Vitamin and mineral supplement use in medically complex, community-living, older adults. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism* 44 (4) (2019) 450–453.
- [2] Semba R.D.: The discovery of the vitamins. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 82 (5) (2012) 310–315.
- [3] Greenwald P., Anderson D., Nelson S.A., Taylor P.R.: Clinical trials of vitamin and mineral supplements for cancer prevention. *The American Journal of Clinical Nutrition* 85 (1) (2007) 314–317.
- [4] Geng C., Shaikh A.S., Han W., Chen D., Guo Y., Jiang P.: Vitamin D and depression: mechanisms, determination and application. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 28 (4) (2019) 689–694.
- [5] Pfothner K., Shubrook J.H.: Vitamin D deficiency, its role in health and disease, and current supplementation recommendations. *Journal of Osteopathic Medicine* 117 (5) (2017) 301–305.
- [6] Smith A.D., Warren M.J., Refsum H.: Vitamin B₁₂. *Advances in Food and Nutrition Research* 83 (2018) 215–279.
- [7] Kashiouris M.G., Heures M., Cable C.A., Fisher B.J., Leichtle S., Fowler A.A.: The emerging role of vitamin C as a treatment for sepsis. *Nutrients* 12 (2) (2020) 292.
- [8] Martinez W.G., Salas A.A., Ballestin S.S.: Vitamin supplementation and dementia. A systematic review. *Nutrients* 14 (5) (2022) 1033.
- [9] Huang L., Tian S., Zhao W., Liu K., Guo J.: Electrochemical vitamin sensors. A critical review. *Talanta* 222 (2021) 121645.

- [10] Kałwa K., Wilczyński K.: Kwas askorbinowy – budowa, właściwości i funkcje w organizmie człowieka. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego* 4 (24) (2017) 8–13.
- [11] Janda K., Kasprzak M., Wolska J.: Witamina C – budowa, właściwości, funkcje i występowanie. *Life Science* 61 (4) (2015) 419–425.
- [12] Kuhn S.O., Meissner K., Mayes L., Bartels K.: Vitamin C in sepsis. *Current Opinion in Anesthesiology* 31 (1) (2018) 55–60.
- [13] Hemila H., Chalker E.: Vitamin C for preventing and treating the common cold. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 31 (1) (2013).
- [14] Padayatty S.J., Levine M.: Vitamin C. The known and the unknown and goldilocks. *Oral Diseases* 22 (6) (2016) 463–493.
- [15] Lykkedfeldt J., Michels A.J., Frei B.: Vitamin C. *Advances in Nutrition* 5 (1) (2014) 16–18.
- [16] Dosedel M., Jirkovsky E., Macakova K., Krcmova L.K., Javorska L., Pourova J., Mercolini L., Remiao F., Novakova L., Mladenka P.: Vitamin C. Sources, physiological role, kinetics, deficiency, use, toxicity, and determination. *Nutrients* 13 (2) (2021) 615.
- [17] Mortiz B., Schmitz A.E., Rodrigues A.L., Dafre A.L., Cunha M.P.: The role of vitamin C in stress-related disorders. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 85 (2020) 108459.
- [18] Travica N., Ried K., Sali A., Scholey A., Hudson U., Pipingas A.: Vitamin C status and cognitive function. A systematic review. *Nutrients* 9 (9) (2017) 960.
- [19] Fain O.: Vitamin C deficiency. *Rev. Med. Interne* 25 (12) (2004) 872–880.
- [20] Tveden-Nyborg P.: Vitamin C deficiency in the young brain-findings from experimental animal models. *Nutrients* 13 (5) (2021) 1685.
- [21] Plevin D., Galletly C.: The neuropsychiatric effects of vitamin C deficiency. A systematic review. *BMC Psychiatry* 20 (1) (2020) 315.
- [22] Gref R., Delomenie C., Maksimenko A., Gouadon E., Percoco G., Lati E., Desmae D., Zouhiri F., Couvreur P.: Vitamin C-squalene bioconjugate promotes epidermal thickening and collagen production in human skin. *Scientific Reports – Nature* 10 (1) (2020) 16883.
- [23] Kilian-Pięta E.: Witamina C jako niezbędny składnik dla skóry człowieka oraz czynniki determinujące jej wchłanianie. *Kosmetologia Estetyczna* 1 (8) (2019).
- [24] Enescu C.D., Bedford L.M., Potts G., Fahs F.: A review of topical vitamin C derivatives and their efficacy. *Journal of Cosmetic Dermatology* 21 (6) (2022) 2349–2359.
- [25] Pullar J.M., Carr A.C., Vissers M.C.M.: The roles of vitamin C in skin health. *Nutrients* 9 (8) (2017) 866.
- [26] Cerullo G., Negro M., Parimbelli M., Pecorano M., Perna S., Liguori G., Rondanelli M., Cena H., Antona G.: The long history of vitamin C. From prevention of the common cold to potential aid in the treatment of Covid-19. *Frontiers in Immunology* 11 (2020) 574029.
- [27] Carr A.C., Maggini S.: Vitamin C and immune function. *Nutrients* 9 (11) (2017) 1211.
- [28] Hemila H.: Vitamin C and infections. *Nutrients* 9 (4) (2017) 339.
- [29] Miranda-Massari J.R., Toro A.P., Loh D., Rodriguez J.R., Borges R.M., Marcial-Vega V., Olalde J., Berdiel M.J., Riordan N.H., Martinez J.M., Gil A., Gonzalez M.J.: The effects of vitamin C on the multiple pathophysiological stages of Covid-19. *Life* 11 (2021) 1341.
- [30] Bottger F., Valles-Marti A., Cahn L., Jimenez C.R.: High-dose intravenous vitamin C, a promising multi-targeting agent in the treatment of cancer. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research* 40 (1) (2021) 343.
- [31] Ngo B., Riper J.M., Cantley L.C., Yun J.: Targeting cancer vulnerabilities with high-dose vitamin C. *Nature Reviews Cancer* 19 (5) (2019) 271–282.
- [32] Gorkom G.N., Lookermans E.L., Elssen C., Bos G.M.: The effect of vitamin C (ascorbic acid) in the treatment of patients with cancer. A systematic review. *Nutrients* 11 (5) (2019) 977.
- [33] Cimmino L., Neel B.G., Aifantis I.: Vitamin C in stem cell reprogramming and cancer. *Trends in Cell Biology* 28 (9) (2018) 689–708.
- [34] Carita A.C., Fonseca-Santos B., Shultz J.D., Michniak-Kohn B., Chorilli M., Leonardi G.R.: Vitamin C. One compound, several uses. *Advances for delivery, efficiency and stability. Nanomedicine* 24 (2020) 102117.
- [35] Sarecka-Hujar B., Balwierz R.: Zastosowanie nanonośników do miejscowej aplikacji witaminy C. *Kosmetologia Estetyczna* 5 (6) (2017).
- [36] Łukawski M., Dałek P., Borowik T., Foryś A., Langner M., Witkiwicz W., Przybyło M.: New oral liposomal vitamin C formulation: properties and bioavailability. *Journal of Liposome Research* 30 (3) (2020) 227–234.
- [37] Palma S., Manzo R., Nostro P., Allemandi D.: Nanostructures from alkyl vitamin C derivatives (ASCn): properties and potential platform for drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics* 345 (1–2) (2007) 26–34.

PRENUMERATA CZASOPISMA „INŻYNIERIA MATERIAŁOWA” na 2023 r.

„Inżynierię Materiałową” można zaprenumerować w portalu SIGMA-NOT lub w Zakładzie Kolportażu Wydawnictwa SIGMA-NOT w jednym z następujących wariantów:



- cena jednego egzemplarza 70,00 zł,
- prenumerata **papierowa**: 408,00 zł + koszt wysyłki 18,00 zł,
- prenumerata **cyfrowa**: 390,00 zł,
- prenumerata **PLUS** wersja **papierowa i cyfrowa** + dostęp do archiwalnych treści: 594,00 zł (bez kosztów wysyłki).

Warunki prenumeraty czasopism fachowych Wydawnictwa SIGMA-NOT oraz cenniki prenumeraty można znaleźć na Portalu Informacji Technicznej Wydawnictwa SIGMA-NOT www.sigma-not.pl.

Kontakt:

Zakład Poligrafii i Kolportażu,
ul. ks. J. Popiełuszki 19/21, 01-595 Warszawa,
tel.: +48 22 840 35 89, faks: +48 22 891 13 74,
email: prenumerata@sigma-not.pl



Ultralight functionally graded hybrid nanocomposites based on yttrium and silica-reinforced $Mg_{10}Li_5Al$ alloy. Thermal and tribo-mechanical properties

E.B. Moustafa, E. Ghandourah, R.A. Youness, A.A. Melaibari, M.A. Taha

Materials 2022, **15**, nr 24, 9052, <https://doi.org/10.3390/ma15249052>

Despite the amazing properties of lightweight $Mg_{10}Li_5Al$ alloy, its use in industrial applications is highly limited due to its low mechanical properties, wear resistance, and coefficient of thermal expansion (CTE). In this context, this work aimed to improve the above properties without sacrificing the important benefit of this alloy being lightweight. Therefore, function grade composites (FGCs) were prepared based on the $Mg_{10}Li_5Al$ alloy reinforced by yttrium (Y) and silica fume using the powder metallurgy technique. Then, the nanocomposite's microstructure, mechanical properties, artificial aging, wear resistance, and thermal expansion were examined. The results indicated that the precipitation ($MgAlLi_2$), softening ($AlLi_2$), and $Mg_{24}Y_5$ phases were formed in high-reinforced samples during high-energy milling. Furthermore, the addition of reinforcements accelerated the decomposition from the $MgAlLi_2$ phase to the Al-Li phase (softening point). For the layer containing the highest reinforcement content, microhardness, strength, and Young's modulus improved up to 40, 22.8, and 41%, respectively, due to the combined effect of the high strength of silica fume and the dispersion strengthening $Mg_{24}Y_5$ phase. Meanwhile, the same sample exhibited a remarkable improvement in wear rate and the CTE value to about 43 and 16.5%, respectively, compared to the non-reinforced alloy.

High temperature performance of concrete confinement by MWCNT modified epoxy based fiber reinforced composites

L. Joseph, M.K. Madhavan, K. Jayanarayanan, A. Pegoretti

Materials 2022, **15**, nr 24, 9051, <https://doi.org/10.3390/ma15249051>

The conventional method of fiber reinforced polymer (FRP) wrapping around concrete columns uses epoxy as the binder along with synthetic or natural fibers such as carbon, glass, basalt, jute, sisal etc. as the reinforcement. However, the thermal stability of epoxy is a major issue in application areas prone to fire exposure. The current work ad-

ressed this major drawback of epoxy by modifying it with a nanofiller, such as multiwalled carbon nanotubes (MWCNT), and reinforcing it using basalt and sisal fibers. The effect of exposure to elevated temperature on the behavior of concrete cylinders externally confined with these FRP systems was analyzed. Three types of specimens were considered: unconfined; confined with sisal fiber reinforced polymer (SFRP); and confined with hybrid sisal basalt fiber reinforced polymer (HSBFRP) specimens. The test samples were exposed to elevated temperature regimes of 100°C, 200°C, 300°C and 400°C for a period of 2 h. The compressive strengths of unconfined specimens were compared with various confined specimens, and from the test results, it was evident that the mechanical and thermal durability of the FRP systems was substantially enhanced by MWCNT incorporation. The reduction in the compressive strength of the FRP-confined specimens varied depending on the type of the confinement. After two hours of exposure at 400°C, the compressive strength corresponding to the epoxy-HSBFRP-confined specimens were improved by 15%, whereas a 50% increase in strength corresponding to MWCNT-incorporated epoxy-HSBFRP-confined specimens was observed with respect to unconfined unexposed specimens. The MWCNT-modified epoxy-incorporated FRP-confined systems demonstrated superior performance even at elevated temperatures in comparison to unconfined specimens at ambient temperatures.

Mechanical properties of fly ash-based geopolymer concrete incorporation Nylon66 fiber

M.H. Yazid, M.A. Faris, M.M. Al Bakri Abdullah, M.S.I. Ibrahim, R.A. Razak, D.D.B. Nergis, D.P.B. Nergis, O. Benjeddou, K.-S. Nguyen

Materials 2022, **15**, nr 24, 9050, <https://doi.org/10.3390/ma15249050>

This study was carried out to investigate the effect of the diamond-shaped Interlocking Chain Plastic Bead (ICPB) on fiber-reinforced fly ash-based geopolymer concrete. In this study, geopolymer concrete was produced using fly ash, NaOH, silicate, aggregate, and nylon66 fibers. Characterization of fly ash-based geopolymers (FGP) and fly ash-based geopolymer concrete (FRGPC) included chemical composition via XRF, functional group analysis via FTIR, compressive strength determination, flexural strength, density, slump test, and water absorp-

tion. The percentage of fiber volume added to FRGPC and FGP varied from 0% to 0.5%, and 1.5% to 2.0%. From the results obtained, it was found that ICBP fiber led to a negative result for FGP at 28 days but showed a better performance in FRGPC reinforced fiber at 28 and 90 days compared to plain geopolymer concrete. Meanwhile, NFRPGC showed that the optimum result was obtained with 0.5% of fiber addition due to the compressive strength performance at 28 days and 90 days, which were 67.7 MPa and 970.13 MPa, respectively. Similar results were observed for flexural strength, where 0.5% fiber addition resulted in the highest strength at 28 and 90 days (4.43 MPa and 4.99 MPa, respectively), and the strength performance began to decline after 0.5% fiber addition. According to the results of the slump test, an increase in fiber addition decreases the workability of geopolymer concrete. Density and water absorption, however, increase proportionally with the amount of fiber added. Therefore, diamond-shaped ICPB fiber in geopolymer concrete exhibits superior compressive and flexural strength.

Cation-exchange in metal-organic framework as a strategy to obtain new material for ascorbic acid detection

W. Bodylska, M. Fandzloch, R. Szukiewicz, A. Lukowiak

Nanomaterials 2022, **12**, nr 24, 4480, <https://doi.org/10.3390/nano12244480>

Ascorbic acid (AA) is an important biomolecule, the deficiency or maladjustment of which is associated with the symptoms of many diseases (e.g., cardiovascular disease or cancer). Therefore, there is a need to develop a fluorescent probe capable of detecting AA in aqueous media. Here, we report the synthesis, structural, and spectroscopic characterization (by means of, e.g., XRD, XPS, IR and Raman spectroscopy, TG, SEM, and EDS analyses), as well as the photoluminescent properties of a metal-organic framework (MOF) based on Cu^{2+} and Eu^{3+} ions. The ion-exchange process of the extraframework cation in anionic Cu-based MOF is proposed as an appropriate strategy to obtain a new material with a nondisturbed structure and a sensitivity to interaction with AA. Accordingly, a novel $\text{Eu}[\text{Cu}_3(\mu_3\text{-OH})(\mu_3\text{-4-carboxypyrazolato})_3]$ compound for the selective optical detection of AA with a short detection time of 5 min is described.

Mechanical and anticorrosive properties of TiNbTa and TiNbTaZr films on Ti-6Al-4V alloy

Y.-I. Chen, Y.-J. Chen, Ch.-Y. Lai, L.-Ch. Chang

Coatings 2022, **12**, nr 12, 1985, <https://doi.org/10.3390/coatings12121985>

In this study, TiNbTa and TiNbTaZr films were utilized as protective coatings on a Ti-6Al-4V alloy to inhibit corrosive attacks from NaCl aqueous solution and simulated body fluid. The structural and mechanical properties of multicomponent TiNbTa(Zr) films were investigated. The corrosion resistance of the TiNbTa(Zr)-film-modified Ti-6Al-4V alloy was evaluated using potentiodynamic polarization tests in a NaCl aqueous solution. The results indicate that the TiNbTa(Zr) films

with high Ti and Zr contents exhibited inferior corrosive resistance related to the films with high Ta and Nb contents. Moreover, the TiNb-Ta(Zr)-coated Ti-6Al-4V plates were immersed in Ringer's solution for eight weeks; this solution was widely used as a simulated body fluid. The formation of surficial oxide layers above the TiNbTa(Zr) films was examined using transmission electron microscopy and X-ray photoelectron spectroscopy, which prevented the elution of Al and V from the Ti-6Al-4V alloy. $\text{Ti}_{33}\text{Nb}_{19}\text{Ta}_{21}\text{Zr}_{27}$, $\text{Ti}_{15}\text{Nb}_{68}\text{Ta}_{8}\text{Zr}_9$, and $\text{Ti}_{8}\text{Nb}_{8}\text{Ta}_{79}\text{Zr}_5$ films are suggested as preferential candidates for TiNbTa(Zr)/Ti-6Al-4V assemblies applied as biocompatible materials.

Effect of the geometry of thin-walled aluminium alloy elements on their deformations after milling

M. Zawada-Michałowska, J. Kuczmazewski, P. Pieśko

Materials 2022, **15**, nr 24, 9049, <https://doi.org/10.3390/ma15249049>

The aim of this paper is to analyse the effect of the selected geometric properties of thin-walled structures on post-machining deformations. In the study, EN AW-7075 T651 and EN AW-6082 T651 aluminium alloys were used to prepare specially designed thin-walled sample elements, i.e., elements with walls arranged in a semi-open and closed structure and with a dimension of $165 \times 262 \times 50.8$ mm consisting of bottom and vertical stiffening walls and so-called ribs with a thickness of 1 mm. The measurements of the absolute deformations of the thin-walled bottom were performed with the use of a Vista coordinate-measuring machine by Zeiss with a PH10 head by Renishaw. Based on the obtained results, it was found that absolute deformation values were higher for walls arranged in a semi-open structure. It is related to a lower rigidity of the tested structure resulting from the lack of a stiffening wall, which is the so-called "rib". Notwithstanding the geometry of the elements, greater absolute deformation values were recorded following conventional cutting methods. The use of high-speed cutting (HSC) provided positive outcomes in terms of minimising the deformation of thin-walled elements. Additionally, it was found that higher absolute deformations were obtained for EN AW-7075 T651 alloy.

Efficient planar perovskite solar cells with ZnO electron transport layer

Ch. Qiu, Y. Wu, J. Song, W. Wang, Z. Li

Coatings 2022, **12**, nr 12, 1981, <https://doi.org/10.3390/coatings12121981>

Perovskite solar cells (PSCs) have experienced rapid development in the past period of time, and a record efficiency of up to 25.7% has been yielded. At present, the PSCs with the planar structure are the most prevailing, which not only can significantly simplify the device fabrication process but also reduce the processing temperature. Particularly, the electron transport layer (ETL) plays a critical role in boosting the device performance of planar PSCs. ZnO is a promising

candidate as the ETL owing to its high transparency, suitable energy band structure, and high electron mobility. Moreover, ZnO is easy to be processed at a low cost and low energy. This review mainly summarized the recent advances in the application and strategic optimization of ZnO ETL for planar PSCs. The basic properties of ZnO, including energy levels, mobility, processability, trap defects, as well as chemical stability, are clearly clarified. The most available deposition means for preparing ZnO ETLs were also described briefly. Finally, we presented the challenges and guidelines for utilizing ZnO as ETL on efficient planar PSCs.

Buckling behavior of few-layer graphene on soft substrate

Y. Meng, B. Li, L. Li, J. Zhang

Coatings 2022, **12**, nr 12, 1983, <https://doi.org/10.3390/coatings12121983>

The buckling behavior of graphene on soft films has been extensively studied. However, to avoid graphene fracture, most studies focus only on the primary buckling behavior induced by tiny compression. Here, the buckling behavior of monolayer, three-layer, and four-layer graphene on soft films is systematically studied in the experiment under large compression. The cross-sections of buckling patterns in these few-layer graphenes are provided, which depend on focused ion beam (FIB) technology. More significantly, the moduli of few-layer graphene are calculated based on the buckling behavior. We demonstrate that the modulus, 1.12621 TPa, is independent of the number of graphene layers if the number is less than four. Our investigations are crucial for the application of two-dimensional (2D) materials into flexible hybrid electronics, bionics, and various other stiff/soft bilayer systems.

One-step synthesized iron-carbon core-shell nanoparticles to activate persulfate for effective degradation of tetrabromobisphenol A. Performance and activation mechanism

Y. Yu, Ch. Liu, Ch. Yang, Y. Yu, L. Lu, R. Ma, L. Li

Nanomaterials 2022, **12**, nr 24, 4483, <https://doi.org/10.3390/nano12244483>

Tetrabromobisphenol A (TBBPA), as an emerging endocrine disrupter, has been considered one of the persistent organic contaminants in water. It is urgently necessary to develop an efficient technique for the effective removal of TBBPA from water. Herein, a one-step hydrothermal synthesis route was employed to prepare a novel iron-carbon core-shell nanoparticle (Fe@MC) for effectively activating persulfate (PS) to degrade TBBPA. Morphological and structural characterization indicated that the prepared Fe@MC had a typical core-shell structure composed of a 5 nm thick graphene-like carbon shell and a multi-valence iron core. It can be seen that 94.9% of TBBPA (10 mg/L) could be degraded within 30 min at pH = 7. This excellent catalytic activity was attributed to the synergistic effect of the porous carbon shell and a multi-valence iron core. The porous carbon shell could effectively prevent the leaching of metal ions and facilitate PS activation due to its electron transfer capability. Furthermore, numerous micro-reaction zones could be formed on the surface of Fe@MC during the rapid

TBBPA removal process. Radical quenching experiments and electron paramagnetic resonance (EPR) technology indicated that reactive oxygen species (ROS), including $\cdot\text{OH}$, $\text{SO}_4^{\cdot-}$, $\text{O}_2^{\cdot-}$, and $^1\text{O}_2$, were involved in the TBBPA degradation process. Based on density functional theory (DFT) calculation, the carbon atoms linked by phenolic hydroxyl groups would be more vulnerable to attack by electron-rich groups; the central carbon was cracked and hydroxylated to generate short-chain aliphatic acids. The toxicity evaluation provides clear evidence for the promising application potential of our prepared material for the efficient removal of TBBPA from water.

Influence of clinical decontamination techniques on the surface characteristics of SLA titanium implant

M. Bayrak, N.A. Kocak-Oztug, K. Gulati, S. Cintan, E. Cifcibasi

Nanomaterials 2022, **12**, nr 24, 4481, <https://doi.org/10.3390/nano12244481>

The aims of the study was: (i) to perform diode laser, titanium (Ti) brush, and Ti curette treatment on sandblasted and acid-etched (SLA) Ti surfaces, with/without H_2O_2 and CHX, (ii) to investigate the influence of decontamination techniques on implant surface topography and hydrophilicity. Diode laser, Ti brush, and Ti curette treatments were performed on the Grade 4 Ti discs, with/without treatment with 3% H_2O_2 solution or 0.2% CHX. Surface characteristics were investigated via SEM, optical profilometry, and water contact angle meter. SEM findings revealed flat and scratched areas when treated with Ti curette and Ti brush. For diode laser, SEM showed melting in specific areas. Ra and Rt values were lower in all test groups than in the control group ($p < 0.05$). The adjunctive chemical treatment showed negligible effects in SEM images and surface roughness measurements compared to laser and mechanical treatment-only groups. H_2O_2 treatment resulted in enhanced hydrophilicity in either treatment modalities with a significant difference compared to the negative control group ($p < 0.05$). In all test groups, the hydrophilicity was enhanced compared to the negative control group ($p < 0.05$). Diode laser treatment had the least disruptive effect on the Ti surface characteristics. The use of other mechanical methods caused significant alterations in the surface roughness.

Ti-containing 316L stainless steels with excellent tensile properties fabricated by directed energy deposition additive manufacturing

S.B. Han, Y.S. Lee, S.H. Park, H. Song

Materials Science and Engineering: A **862**, 18 January 2023, article 144414, <https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.144414>

Additive manufacturing is used to produce complex shapes, and it has been actively investigated. In this study, 316L stainless steels with various amounts of Ti were fabricated using directed energy deposition. The addition of Ti changed the microstructure and significantly improved the tensile properties of austenitic stainless steels. The addition of Ti led to distinct microstructural evolutions, such as changes in the cellular structure, grain size and Ti-rich particle. Microstructural

changes such as change in change to equiaxed cellular structure and grain refinement were due to Ti-rich particles acting as new nucleation sites and suppressing the segregation of solute atoms. In particular, the yield strength, tensile strength, and elongation of the specimen with 2 wt. % Ti were 637 MPa, 857 MPa, and 43%, respectively, which were considerably higher than those of 316L stainless steel without Ti. Therefore, the addition of Ti is a suitable strategy for improving the tensile properties of additively manufactured 316L stainless steel.

Mechanical properties of maze-like carbon nanowalls synthesized by the radial injection plasma enhanced chemical vapor deposition method

S. Ghodke, M. Murashima, D. Christy, N.V. Nong, M. Hori

Materials Science and Engineering: A **862**, 18 January 2023, article 144428, <https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.144428>

The unique structural properties of vertically aligned graphene sheets or carbon nanowalls (CNWs) have attracted great interests for their potential for various applications in microelectronic devices, energy storage, and catalyst support materials. During the handling or operation of the devices, tension and/or pressure are often needed. Under such conditions, CNWs must undergo compression and stress. Therefore, the deformation mechanism and evolution behavior of the CNW structures under load play a critical role in the performance and reliability of the devices. In this study, the mechanical properties of a typical maze-like CNW structure synthesized by a Radial Injection Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (RI-PECVD) technique were analyzed by employing the nanoindentation method. The measured compressive strength of the CNW structure was 50 MPa with an average modulus E value of ~28 GPa, which is significantly higher than that of pyrolytic graphite and other graphene-based materials such as 3D graphene-derived carbon, commercial graphene, and reduced graphene oxide films. An elastoplastic behavior of a soft material was observed in high-resolution microscopy and a mechanism of deformation for CNWs is elucidated.

Effect of Cu addition on solidification, precipitation behavior and mechanical properties in austenitic CrNi-N stainless steel

M. Hauser, P. Nitzsche, A. Weidner, S. Henkel, M. Wendler

Materials Science and Engineering: A **862**, 18 January 2023, article 144422, <https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.144422>

Solidification and segregation behavior of a novel X3CrNiCuN17-6-4 (concentrations in wt. %) cast steel was studied by thermodynamic calculations and corresponding microstructure investigations. In addition, resulting mechanical properties were examined by tensile tests in a temperature range of -60 to 200°C and compression tests

were performed with varying strain rates ranging $1-10^{-4} \text{ s}^{-1}$ at room temperature. The investigated steel showed an anomalous temperature dependence of tensile elongation, which is a typical characteristic of high alloy TRIP/TWIP steels. In the as-cast state before heat treatment, a few micrometer-sized copper precipitates were visible, which were exclusively located in the interdendritic regions. A solution annealing was performed at 1050°C for 30 min to dissolve nitrides and carbides likely to be present in the as-cast microstructure. However, in areas with a high copper content further nanometer-sized copper precipitates were formed after heat treatment. EDS point measurements and EPMA were used to determine the chemical composition of dendrites, interdendritic regions and copper precipitates before and after solution annealing. While the enrichment of chromium and copper in interdendritic regions could be verified by the thermodynamic calculations, the enrichment of nickel in interdendritic regions contradicted the predictions according to Scheil calculation.

Effect of electrophoretic deposition of micro-quartz on the microstructural and mechanical properties of carbon fibers and their bond performance toward cement

H. Li, M. Liebscher, K.H. Ly, P.V. Ly, T. Köberle, J. Yang, Q. Fan, M. Yu, I.M. Weidinger, V. Mechtcherine

Journal of Materials Science 2022, **57**, 21885–21900, <https://doi.org/10.1007/s10853-022-07989-w>

An electrophoretic deposition (EPD) process of micro-quartz (MQ) powder is applied to carbon fibers (CFs) with the aim to enhance their interfacial bond to cementitious matrices and to investigate its influence on the microstructural and mechanical properties of the CFs itself. The electrophoretic mobility of the MQ particles with negative charge in aqueous media was confirmed by potential sweep experiments and zeta-potential measurements. High amounts of MQ were successfully deposited onto the fiber surface, as proven by scanning electron microscopy. Single-fiber tension tests and thermogravimetric analysis showed that EPD treatment had little impact on the tensile properties and thermal stability of the modified fibers. However, storing the CFs in cement pore solution impaired temperature stability of untreated and modified fibers. X-ray diffraction and Raman spectroscopy reveal specific changes of CF's microstructure upon EPD treatment and immersion in pore solution. Single-fiber pullout tests showed that the pullout resistance of MQ-modified CFs was enhanced, relative to untreated CFs. This augmentation can be explained by an enhanced interlocking mechanisms between CF and matrix due to the deposited quartz particles on the CF surface.

Przygotowała dr hab. inż. prof. PK Agnieszka Sobczak-Kupiec

WYBRANE ZGŁOSZENIA PATENTOWE z dziedziny inżynierii materiałowej wg BIULETYNU URZĘDU PATENTOWEGO nr 23–26 z 2022 r.

Zgł. nr 436164; B22F 9/24

BRUZDA ROBERT F.H.U. MAGBOB, Kraków

**Pulit-Prociak J., Staroń A., Staroń P., Zielina M., Dąbrowski W.,
Banach M.**

*Sposób otrzymywania kompozycji zawierającej nanocząstki srebra
oraz sposób nanoszenia tej kompozycji na filtr HEPA*

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób otrzymywania kompozycji zawierającej nanocząstki srebra z wykorzystaniem azotanu(V) srebra i kwasu askorbinowego jako reduktora, który polega na tym, że polialkohol winylowy w ilości 2,5–5,0% mas. całkowitej masy kompozycji i poliwinylpirolidon w ilości 3,0–8,0% mas. całkowitej masy kompozycji rozpuszcza się w wodzie w temp. 40–85°C, następnie do powstałego roztworu wprowadza się wodny roztwór azotanu(V) srebra o stężeniu $1,5 \times 10^{-2}$ – $4,0 \times 10^{-2}$ mol/dm³, po czym dodaje się wodny roztwór kwasu askorbinowego o stężeniu $1,4 \times 10^{-2}$ – $3,8 \times 10^{-2}$ mol/dm³. Przedmiotem wynalazku jest także sposób nanoszenia tej kompozycji na filtr HEPA.

(10 zastrzeżeń)

Zgł. nr 436205; C01B 33/18

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin,

UNIwersytet MARIi CURIE-SKŁODOWSKIEJ, Lublin

Panek R., Madej J., Skupiński S., Słowik G.

*Sposób wytwarzania materiału krzemionkowego z wodnego roztworu
odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych*

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania materiału krzemionkowego z wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych polegający na przygotowaniu mieszaniny, w której skład wchodzi: 25–75% obj. wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych, 25–75% obj. roztworu wodnego zawierającego bromek heksadecylotrimetyloamoniowy w ilości 15–40 g/L użytego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych. Mieszaninę miesza się i ogrzewa w temp. 40–50°C, a następnie dodaje kwas siarkowy(VI) metodą wkraplania do momentu osiągnięcia pH w zakresie 11,5–9. Mieszaninę poddaje się starze-

niu w temp. do 110°C przez okres 24–170 h. Osad przemywa się, a następnie suszy i wypala w piecu w temp. 300–800°C przez okres 5–12 h, uzyskując materiał krzemionkowy o typie struktury MCM-41 niezawierający zanieczyszczeń popiołowych.

(2 zastrzeżenia)

Zgł. nr 436238; C09D 5/18

ZACHODNIOPOMORSKI UNIwersytet TECHNOLOGICZNY

W SZCZECINIE, Szczecin

Kowalczyk K., Kowalczyk A.

*Farba termochronna do podłoży stalowych oraz sposób wytwarzania
farby termochronnej*

Przedmiotem zgłoszenia jest farba termochronna do podłoży stalowych, zawierająca polimerową substancję błonotwórczą termoplastyczną i/lub duroplastyczną oraz źródło węgla, substancję odwadniającą, porofor oraz napełniacze i/lub pigmenty i/lub plastyfikatory i/lub współrozpuszczalniki i/lub odpieniacze i/lub sykatywy i/lub uniepalniacze. Farba charakteryzuje się tym, że jako źródło węgla zawiera sproszkowane łuski ziaren kakaowca albo sproszkowane łuski ziaren kakaowca i takie substancje, jak erytryt, pentaerytryt, dipentaerytryt, tripentaerytryt, trimetylopropan, poli(alkohol winylowy), amidy, żywice fenolowo-formaldehydowe i mocznikowo-formaldehydowe skrobia i/lub dekstryny, stanowiące 2–50% mas. s.m. całej farby. Zgłoszenie obejmuje też sposób wytwarzania farby termochronnej do podłoży stalowych wg wynalazku, polegający na łączeniu polimerowej substancji błonotwórczej termoplastycznej i/lub duroplastycznej ze źródłem węgla, substancją odwadniającą, poroforem oraz napełniaczami i lub pigmentami i/lub plastyfikatorami i/lub współrozpuszczalnikami i/lub odpieniaczami i/lub sykatywami i/lub uniepalniaczami. Sposób charakteryzuje się tym, że jako źródło węgla stosuje się sproszkowane łuski ziaren kakaowca albo sproszkowane łuski ziaren kakaowca i takie substancje, jak erytryt, pentaerytryt, dipentaerytryt, tripentaerytryt, trimetylopropan, poli(alkohol winylowy), amidy, żywice fenolowo-formaldehydowe i mocznikowo-formaldehydowe, skrobia i/lub dekstryny, stanowiące 2–50% mas. s.m. całej farby.

(9 zastrzeżeń)

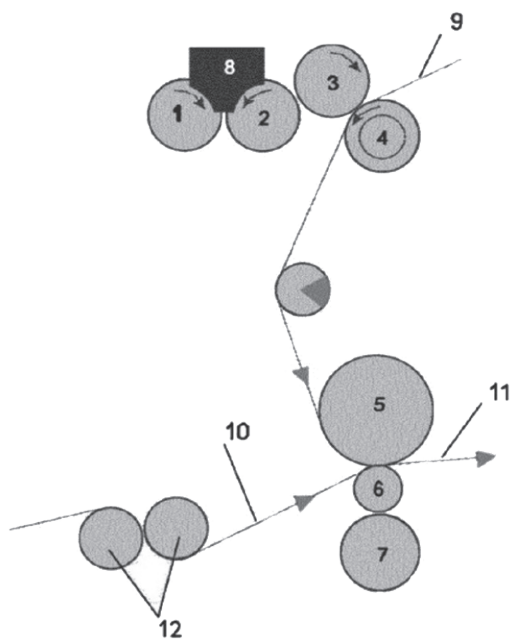
Zgł. nr 436189; B32B 27/32

DRUKARNIA JASŁO KOSIBA SPÓŁKA JAWNA, Jasło
Kosiba R.

Sposób produkcji dwuwarstwowych, dwuskładnikowych giętkich laminatów foliowych

Sposób wg wynalazku charakteryzuje się tym, że z zasobnika z klejem (8) umieszczonego pomiędzy dwoma obracającymi się przeciwnie wałkami (1, 2) pobiera się mieszanke kleju poliuretanowego i nanododatku w postaci komponentu na bazie cząsteczek srebra, o stężeniu srebra wynoszącym ok. 10% na nośniku krzemionkowym. Mieszanke tę za pomocą wstępnie ustalających gramaturę warstwy kleju wałków (2) oraz (3) nanosi się równomiernie na wstęgę lekko podgrzanej folii nośnej (2) o grubości 12–20 µm, cienką warstwą w ilości ok. 2,0–2,5 g/m² folii, a następnie folię (9) z tak naniesioną warstwą kleju kieruje się pomiędzy wałek (3) i gumowany wałek (4), za pomocą których dokładnie ustala się gramaturę warstwy kleju z nanododatkiem, tak by wynosiła ona 0,0202–0,0566 g/m² laminatu, po czym folię nośną (9) podaje się ją na trójrolkowy układ laminujący (5, 6 i 7), gdzie pomiędzy bębnum (5) i rolką (6) skleja się ją z dolotową (dolaminowywaną) folią (10), którą podaje się pomiędzy bęben (5) i rolkę (6) za pośrednictwem wałków (12). Folia nośna (9) jest folią polipropylenową o symbolu PP dwuosiowo-orientowaną zbudowaną z merów o wzorze [CH₂CH(CH₃)_n] składającą się z polipropylenu w ilości 91–94% mas., koncentratów antyblokujących w ilości 1–2% mas., koncentratów poślizgowo-antystatycznych w ilości 1–3% mas., koncentratów zmętniających i bieli tytanowej w ilości 0,5–1% mas. oraz węgla wapnia w ilości 1–3% mas., natomiast folia dolotowa (10) jest folią poliestrową BOPET (C₁₀H₈O₄)_n dwuosiowo-orientowaną o grubości 12–30 µm. Po sklejeniu tych warstw otrzymuje się giętki laminat (11).

(3 zastrzeżenia)



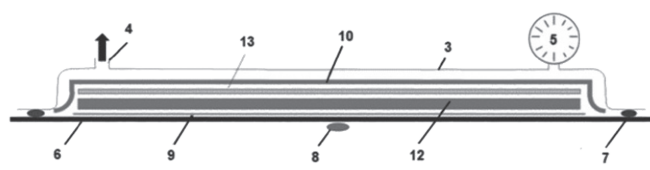
Zgł. nr 436156; B29C 73/10

POLSKIE ZAKŁADY LOTNICZE SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Mielec
Pomianek W.

Układ i sposób wytwarzania kompozytowych łatek naprawczych

Przedmiotem wynalazku jest układ do wytwarzania kompozytowych łatek do naprawy struktur kompozytowych w procesie gorącej konsolidacji, posiadający: (i) płytę aluminiową (6), na której jest umieszczony worek próżniowy (3), przy czym krawędzie styku płyty aluminiowej (6) i worka próżniowego (3) są uszczelnione z wykorzystaniem taśmy uszczelniającej (7), (ii) wakuometr (5) połączony z workiem próżniowym (3) do pomiaru próżni wytwarzanej wewnątrz worka próżniowego (3), (iii) zawór ciśnieniowy (4) połączony z workiem próżniowym (3) do odprowadzania powietrza z wnętrza worka próżniowego (3), (iv) rozdzielacz (9) naniesiony na powierzchni płyty aluminiowej (6) i umieszczony na nim prepreg (12), który ma zostać poddany konsolidacji, (v) układ do pomiaru temperatury połączony z płytą aluminiową, zwłaszcza w postaci termopar (8), (vi) tkaninę odpowietrzającą (10) umieszczoną między workiem próżniowym (3) a płytą aluminiową (6). Układ charakteryzuje się tym, że posiada dodatkowo perforowany przyrząd do umieszczenia wewnątrz worka próżniowego (3) między wspomnianym prepregiem (12) a tkaniną odpowietrzającą (10), który to przyrząd jest sztywne i ma zasadniczo wypukły kształt, gdzie wymiary perforowanego przyrządu są większe niż wymiary wspomnianego prepregu (12).

(11 zastrzeżeń)



Zgł. nr 436227; C08L 23/04

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin
Garbacz T., Klepka T.

Kompozycja polimerowo-mineralna

Przedmiotem zgłoszenia jest kompozycja polimerowo-mineralna zawierająca środek smarująco-stabilizujący składający się z gliceryloleinianu, amidu kwasu oleinowego oraz amidu kwasu erukowego i nośnika w postaci polietylenu, która charakteryzuje się tym, że składa się z tworzywa olefinowego w ilości 25–38% mas. składu kompozycji, poliolefinowego tworzywa z recyklingu w ilości 30–40% mas. składu kompozycji, napełniacza mineralnego w ilości 20–40% mas. składu kompozycji i środka smarująco-stabilizującego w ilości 2–5% mas. składu kompozycji.

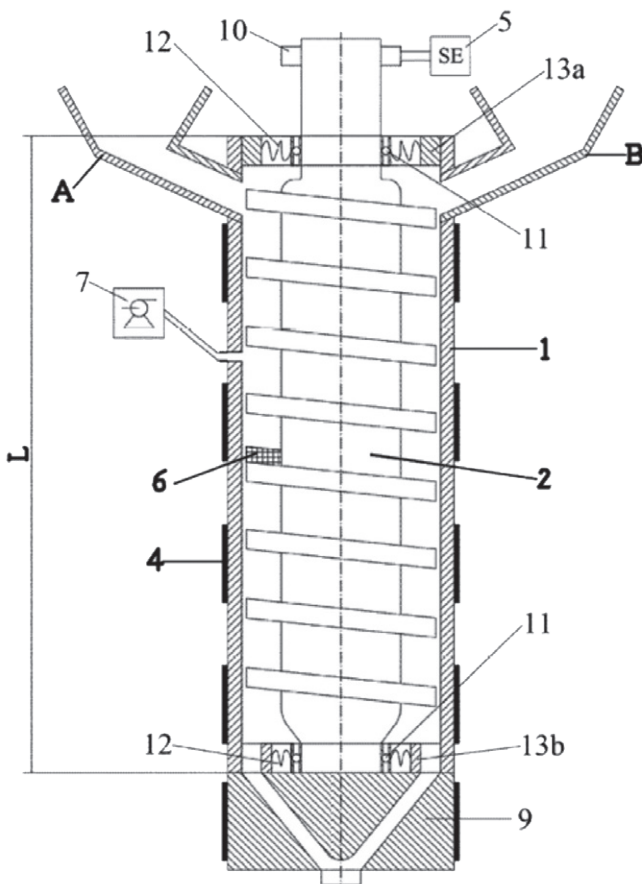
(11 zastrzeżeń)

Zgł. nr 436380; B01F 7/24
POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin
Klepka T., Longwic F., Garbacz Ł.

Sposób i urządzenie do wytwarzania wyrobów z odpadowych materiałów polimerowych

Sposób wytwarzania wyrobów z odpadowych materiałów polimerowych polega na tym, że podaje się przez pierwszy zasobnik (A) do cylindra (1) z umieszczonym wewnątrz ślimakiem (2) odpadowy materiał polimerowy w ilości 10–50% mas. oraz podaje się przez drugi zasobnik (B) do cylindra (1) materiał mineralno-organiczny w ilości 50–90% mas. Następnie nagrzewa się w cylindrze (1) odpadowy materiał polimerowy i materiał mineralno-organiczny grzałkami otokowymi (4) do temp. 180–300°C. Urządzenie składa się z cylindra (1) z umieszczonym wewnątrz ślimakiem (2), przy czym oś cylindra (1) i oś ślimaka (2) jest pionowa. Z cylindrem (1) połączone są w jego górnej części po przeciwnych stronach zasobnik pierwszy (A) i zasobnik drugi (B). Zarówno zasobnik pierwszy (A), jak i zasobnik drugi (B) mają kształt stożka. Na zewnętrznej powierzchni cylindra (1) zamocowane są grzałki otokowe (4). Na jednym ze zwojów ślimaka (2) w odległości 0,5 długości (L) ślimaka (2) zamocowany jest obciążnik (6).

(8 zastrzeżeń)

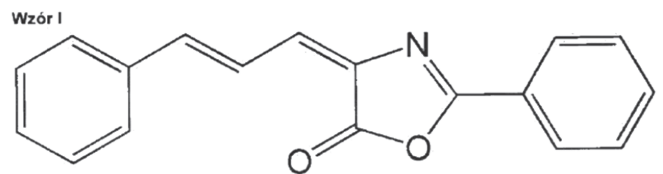


Zgł. nr 436493; C07D 263/14
POLITECHNIKA BYDGOSKA IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH,
Bydgoszcz
Jędrzejewska B., Szukalski A.

Nieliniowy materiał optyczny do przetwarzania i wzmacniania światła

Wynalazek dotyczy nieliniowego materiału optycznego do przetwarzania i wzmacniania światła, będącego organicznym układem hybrydowym typu gość-gospodarz zawierającym przezroczysty polimer alifatyczny lub aromatyczny i składnik fotoaktywny, tj. fotoizomeryzujący barwnik – pochodną oksazolonu. Materiał zawiera fotoizomeryzujący barwnik oparty na strukturze 5-(4H)-oksazolonu i pochodnej stilbenu o wzorze I, który osadzony jest w matrycy polimerowej tworzącej film o grubości 14,0–17,0 μm, przy czym fotoizomeryzujący barwnik występuje w koncentracji 0,5–5,0% w stosunku do masy polimeru.

(3 zastrzeżenia)



Zgł. nr 436255; C09D 5/06
UNIwersytet RZESZOWSKI, Rzeszów
Ruchała J., Nikiel A., Wnuk M.

Otrzymanie i zastosowanie wyrobu pigmentowego na bazie ekstraktu Serratia marcescens jako materiału plastyczno-artystycznego

Przedmiotem wynalazku jest wyrób pigmentowy na bazie ekstraktu *Serratia marcescens* zastosowany jako materiał plastyczno-artystyczny do bezpośredniego nanoszenia na papier, włókno oraz drewno. Wyrób pigmentowy charakteryzuje się tym, że otrzymuje się go w wyniku poddania ekstrakcji 0,01–3 g mokrej biomasy *Serratia marcescens* ATCC 13880 zawierającej prodigiozynę w ilości nie mniejszej niż 100 U na komórkę z 10 mL roztworu powstałego przez zmieszanie ze sobą 8 cz. metanolu o stężeniu $\geq 99,9\%$ z 1 cz. etanolu o stężeniu nie mniejszym niż 96% oraz z 1 cz. izopropanolu o stężeniu 99%, a następnie przeprowadzeniu ekstrakcji przy intensywnym, min. 2-godzinnym wytrząsaniu z wykorzystaniem urządzenia typu worteks o obrotach min. 1000 i maks. 1200 rpm w temperaturze pokojowej (w zakresie 20–25°C).

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 436382; C09J 7/38

**ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY
W SZCZECINIE, Szczecin
Kowalczyk A., Weisbrodt M.**

Sposób wytwarzania poliakrylanowego kleju samoprzylepnego

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania kleju samoprzylepnego według wynalazku, uzyskanego na bazie modyfikowanego telomeru (met)akrylanowego sieciowalnego rodnikowo, który polega na reakcji mieszaniny zawierającej taksogeny (met)akrylanowe zawierające 1–20 atomów węgla w łańcuchu alkilowym, powleczeniu na nośniku i usieciowaniu promieniowaniem UV. Istota wynalazku polega na tym, że fototelomeryzacji wolnorodnikowej poddaje się mieszaninę złożoną z 89,5–99,5% mas. taksogenów (met)akrylanowych, 0–10% mas. taksogenów (meta)akrylanowych z grupą karboksylową oraz 0,5–1,5% mas. kotelomeryzującego fotoinicjatora w postaci pochodnej benzofenonu zawierającej nienasycone wiązanie węgiel-węgiel, w obecności 2,5–30 cz. mas. telogenu oraz 0,1–1 cz. mas. fotoinicjatora rodnikowego. Dwa ostatnie stosuje się w podanej ilości na 100 cz. mas. mieszaniny taksogenów. Proces telomeryzacji prowadzi się z wykorzystaniem naświetlania średniociśnieniową lampą rtęciową emitującą promieniowanie UB-A o długości fali 320–380 nm. Następnie syrop modyfikuje się kauczukami polibutadienowymi w ilości 5–30 cz. mas. oraz fotoinicjatorem rodnikowym w ilości 2–10 cz. mas. Oba stosuje się w podanej ilości na 100 cz. mas. syropu telomerowego. Mieszaninę homogenizuje się, powleka na nośnik (np. folii poliestrowej) i naświetla się z użyciem średniociśnieniowej lampy rtęciowej UV-A, UV-B, UV-C o długości fali 230–380 nm, uzyskując filmy klejowe o gramaturze 15–120 g/m².

(10 zastrzeżeń)

Zgł. nr 436317; B33Y 70/00

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT METALI NIEŻELAZNYCH, Gliwice
Hawełek Ł., Polak M., Radoń A., Warski T., Zackiewicz P.,
Steczkowska-Kempka M., Kolano-Burian A.**

Sposób wytwarzania kompozytu do druku 3D o wypełnieniu z proszku magnetycznie miękkiego i osnowie mieszaniny polimerów termoplastycznych

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania kompozytu do druku 3D o wypełnieniu z proszku magnetycznie miękkiego i z rozpuszczonego polimeru ABS, który charakteryzuje się tym, że do mieszaniny z proszku o składzie $Fe_{75,3}Co_5Mo_5Cu_{0,7}B_{1,4}$ [% at.] oraz polimeru ABS dodaje się termoplastyczny elastomer, przy czym zawartość proszku $Fe_{75,3}Co_5Mo_5Cu_{0,7}B_{1,4}$ [% at.] w stosunku do obydwu polimerów wynosi nie więcej niż 80%.

(2 zastrzeżenia)

Zgł. nr 436171; C09D 129/04

**PIECZONKA ZBIGNIEW KARTON-PAK CIESZYN, Cieszyn
Karbownik I., Pieczonka Z.**

Sposób wytwarzania ochronnej warstwy/powłoki polimerowej z udziałem nanocząstek tlenku cynku, przeciwdziałającej namnażaniu się mikroorganizmów

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania ochronnej warstwy/powłoki polimerowej z udziałem nanocząstek tlenku cynku w obecności prekursora jonów OH⁻ i polimeru wodorocieńczalnego, który charakteryzuje się tym, że do wodnego roztworu polimeru w postaci polialkoholu winylowego dodaje się prekursor jonów cynku w ilości 0,01–5% mas., po czym miesza się jednocześnie, ogrzewając do temperatury nie wyższej niż 80°C, następnie dodaje się stopniowo wodny roztwór zawierający alginian sodu w ilości 2–10% mas. i prekursor jonów OH⁻, następnie miesza się całość w temperaturze nie wyższej niż 80°C, po czym studzi. Wodny roztwór polimeru w postaci polialkoholu winylowego stosuje się w ilości 0,01–1% mas. Jako prekursor jonów cynku stosuje się chlorek cynku.

(9 zastrzeżeń)

Zgł. nr 439863; B32B 27/32

**POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice; SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ
– INSTYTUT METALI NIEŻELAZNYCH, Gliwice
Hudecki A., Kolano-Burian A., Kałużyński P.,
Ślęzak-Prochazka I., Kogut D.**

Sposób nanoszenia warstwy zawierającej nanocząstki metali na włókninę polipropylenową

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób nanoszenia warstwy zawierającej nanocząstki metali na włókninę polipropylenową, która charakteryzuje się tym, że do roztworu o składzie tetrahydrofuran, dimoetylosulfotlenek i dimetyloformamid w proporcji 50:25:25 dodaje się nanocząstki srebra lub nanodrudki miedzi w ilości 0,1–15%, korzystnie 1–5%, i poddaje homogenizacji ultradźwiękami przez 1–30 min, w temp. 15–30°C, a następnie dodaje się polimetakrylan metylu oraz poliwęglan w proporcji 10:90–90:10, korzystnie 50:50, w ilości 85–99,9%, miesza aż do rozpuszczenia wprowadzonych polimerów i tak otrzymany roztwór wyjściowy umieszcza się w zbiorniku, z którego rurkami transportowany jest do elektrody dodatniej, którą może być pojedyncza dysza lub układ wielu dysz, a na powierzchni elektrody dodatniej osadza się włókninę polipropylenową, uruchamia pole elektrostatyczne w zakresie 0,8–1,2 kV/cm i tak powstałe mikrowłókna opadają grawitacyjnie w sposób bezpośredni na powierzchnię włókniny polipropylenowej, tworząc warstwę zawierającą nanocząstki metali, korzystnie w czasie 10–90 min, najkorzystniej w czasie 30–60 min i tak otrzymane warstwy suszy się, korzystnie przez 6–24 h, korzystnie w temp.

20–100°C. W wyniku sposobu powstaje warstwa zawierająca nanocząstki metali naniesiona na maseczkę ochronną z włókniny polipropylenowej.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 436278; C08L 23/16

P.P.H.U. PRZEDSIĘBIORSTWO TWORZYW SZTUCZNYCH A.H.A. TOMCZAK SPÓŁKA JAWNA, Pabianice
Tomczak A., Tomczak H., Tomczak A.

Nowa generacja materiału polimerowego przeznaczona na osłony do samochodowych układów hamulcowych

Przedmiotem zgłoszenia jest materiał polimerowy/mieszanka gumowa zawierająca mieszaninę kauczuku etylenowo propylenowego (EPDM) o wysokiej masie cząsteczkowej, kauczuku etylenowo propylenowego (EPDM) amorficznego, kauczuku naturalnego (NR), napełniacze sadzę o powierzchni pomiędzy (FEF) i (HAF), napełniacz o wymiarach cząstek nie przekraczających 100 nm, antyutlenia-cz1,2-dihydro-2,2,4-trimetylocholinolina, sól cynkową, cynk-45-metylo-2-merkaptobenzimidazol, kwas stearynowy, tlenek cynku oraz system sieciujący składający się z 100% triallyl-cyanurate (koagent), 100% triallyl-isocyanurate (koagent), dicumyl peroxide, butyl 4,4-di-(tert-butylperoxy) valerate zawierająca w % mas.: 12,5 oleju parafinowego o lepkości kinematycznej 215 mm³/s w 40°C.

(4 zastrzeżenia)

Zgł. nr 436269; C22C 1/02

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice

Jabłońska M., Badnarczyk I., Mikuszewski T., Tkocz M.

Sposób otrzymywania materiału konstrukcyjnego ze stopu na osnowie Fe-Al

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób otrzymywania materiału konstrukcyjnego ze stopu na osnowie fazy Fe-Al, polegający na wytopieniu w piecu próżniowym mieszaniny materiałów wsadowych z aluminium, węgla, boru, molibdenu, cyrkonu, chromu i żelaza, który polega na tym, że stop o składzie chemicznym: Al = 45–48% at., Cr = 4,5–5,5% at., Zr = 0,04–0,05% at., B = 0,01–0,02% at., Mo = 0,01–0,26% at., C = 0,01–0,17% at., przy czym resztę stanowi Fe i zwykle nieuniknione zanieczyszczenia, nagrzewa się do temp. 1490–1550°C i odlewa do form, otrzymane wlewki wygrzewa się w temp. 1000–1550°C przez 24–48 h, po czym chłodzi grawitacyjnie w piecu w czasie nie krótszym niż 24 h, następnie otrzymany stop podgrzewa się do temperatury nie niższej niż 1170°C i poddaje przeróbce plastycznej na walczarce

bruzdowej, korzystnie na trójwalcowej walczarce skośnej, stosując odkształcenie przekroju poprzecznego nie mniejsze niż 30%.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 436318; C22C 45/02

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT METALI NIEŻELAZNYCH, Gliwice

Hawełek Ł., Polak M., Radoń A., Warski T., Zackiewicz P., Steczkowska-Kempka M., Kolano-Burian A.

Sposób wytwarzania wysokoindukcyjnego metalicznego kompozytu magnetycznie miękkiego o podwyższonej odporności na utlenianie

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania wysokoindukcyjnego metalicznego materiału kompozytowego o własnościach magnetycznie miękkich i podwyższonej odporności na utlenianie, który charakteryzuje się tym, że szybko schłodzony ciekły stop o składzie chemicznym Fe_{75,3}Co₅Mo₅Cu_{0,7}B_{1,4} [% at.] obrabia się cieplnie w temp. 300–500°C w czasie 10–60 min, korzystnie w podciśnieniu.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 440128; C01B 25/32

POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA, Częstochowa

Dudek A., Kierat O., Adamczyk L.

Sposób otrzymywania powłok na podłożu tytanu i jego stopów

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób otrzymywania powłok na podłożu tytanu i jego stopów polegający na tym, że próbkę z tytanu lub stopu tytanu zanurza się w roztworze na bazie winylotrimetoksylanu korzystnie w czasie 15–30 min, następnie zanurza się w roztworze na bazie hydroksyapatytu korzystnie w czasie 5–15 s, wstawia do eksykatora korzystnie na 15–30 min, następnie próbkę zanurza się w roztworze na bazie winylotrimetoksylanu korzystnie na 5–10 s i wstawia do eksykatora korzystnie na 5–20 min, a następnie zanurza się w roztworze na bazie hydroksyapatytu korzystnie w czasie 5–15 s i wstawia do eksykatora aż do wyschnięcia korzystnie na co najmniej 48 h. Roztwór na bazie winylotrimetoksylanu otrzymuje się w ten sposób, że miesza się winylotrimetoksylan i etanol w proporcjach VTMS:EtOH = 3:1 w mieszadle magnetycznym korzystnie 1–3 min, a następnie dodaje 5-molowego roztworu kwasu octowego w proporcjach VTMS+EtOH:AcOH = 4:1 i miesza w mieszadle magnetycznym korzystnie z prędkością 500–1500 rpm, korzystnie przez 24–72 h. Roztwór na bazie hydroksyapatytu otrzymuje się w ten sposób, że proszek hydroksyapatytu i etanol korzystnie w proporcjach HAp:EtOH = 2:1 miesza się w mieszadle magnetycznym korzystnie przez 1–5 h.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 436359; B27N 1/02

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT TECHNOLOGII DREWNA, Poznań**Janiszewska D., Hochmańska P., Bałęczny W., Idziak A., Mytko K.***Kompozyt lignocelulozowy oraz sposób jego wytwarzania*

Przedmiotem wynalazku są kompozyt lignocelulozowy oraz sposób jego wytwarzania. Bardziej szczegółowo przedmiotem wynalazku jest kompozyt lignocelulozowy wytworzony z rozdrobnionych surowców lignocelulozowych, spoiwa na bazie żywicy aminowej oraz nanobiomodifikatora żywicy klejowej, nadającego gotowemu produktowi obniżoną zawartość i emisję formaldehydu oraz zwiększoną wytrzymałość. Niniejszy wynalazek dotyczy również sposobu wytwarzania kompozytu lignocelulozowego, przy czym sposób ten wykorzystuje określone żywice klejowe stosowane powszechnie w procesie otrzymywania tworzyw drzewnych w połączeniu z nanocelulozowym modyfikatorem funkcjonalizowanymi związkami krzemooorganicznymi.

(22 zastrzeżenia)

Zgł. nr 436496; C22B 41/00

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków**Piotrowicz A., Pietrzyk S.***Sposób odzyskiwania germanu i ołowiu z germanonośnych odpadów poprodukcyjnych*

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób odzyskiwania germanu i ołowiu z germanonośnych odpadów poprodukcyjnych polegający na spiekaniu utleniającym odpadu oraz jego ługowaniu, który charakteryzuje się tym, że otrzymany w temp. 600–850°C spiek poddaje się mieleniu, a następnie zasadowemu ługowaniu w temp. 30–80°C w roztworze wodorotlenku sodu o stężeniu 10–60% zapewniającym stosunek fazy ciekłej do stałej wynoszącym 1–10 (mL/g) przez 15–120 min. Uzyskany roztwór poddaje się dekantacji, a do roztworu poługowniczego o temp. 30–80°C dodaje się związki magnezu lub tlenek wapnia w ilości zapewniającej stosunek fazy stałej do ciekłej wynoszący 3,5–120 (g·L⁻¹). Jako związki magnezu stosuje się chlorek, wodorotlenek, siarczan lub tlenek. Następnie wytrącony osad rozpuszcza się w kwasie solnym o stężeniu 5–10 M i poddaje destylacji, otrzymując chlorek germanu(IV) oraz jako pozostałość stałą w postaci koncentratu chlorku ołowiu(II), który z kolei poddaje się cementacji za pomocą aluminium lub cynku przy zastosowaniu ultradźwiękowego mieszania przez 5–30 min.

(2 zastrzeżenia)

Zgł. nr 436459; C25D 13/10

POLITECHNIKA GDAŃSKA, Gdańsk**Bartmański M., Pawłowski Ł.***Sposób osadzania biopolimerowej, antybakteryjnej powłoki na elemencie wykonanym z tytanu lub jego stopów*

Przedmiotem wynalazku jest sposób osadzania biopolimerowej, antybakteryjnej powłoki z chitozanu, kationowego kopolimeru bazującego na metakrylanie dimetyloaminoetylowym, metakrylanie butylu oraz metakrylanie metylu w stosunku 2:1:1 oraz nanocząstek srebra na elemencie wykonanym z tytanu lub jego stopów, korzystnie na implancie medycznym, charakteryzujący się tym, że na powierzchnię elementu wykonanego z tytanu lub jego stopu metodą elektroforetyczną osadza się powłokę z zawiesiny zawierającej 0,5–0,15 g chitozanu w postaci rozdrobnionych płatków i/lub proszku, 0,2–0,3 g kopolimeru metakrylanu dimetyloaminoetylu, metakrylanu butylu i metakrylanu metylu w stosunku 2:1:1, a także 0,005–0,01 g nanocząstek srebra o średniej wielkości cząstek 30 nm oraz 0,1 mL dyspersantu, korzystnie oksyetylenowanego monolaurynianu sorbitolu w 100 mL 1-proc. v/v roztworu kwasu octowego, w temperaturze otoczenia, przy napięciu 10–30 V, korzystnie przy napięciu 10 V, w czasie 1–3 min, korzystnie w czasie 1 min.

(4 zastrzeżenia)

Zgł. nr 436407; C23C 22/50

PRZEDSIĘBIORSTWO PRODUKCYJNO HANDLOWO-USŁUGOWE UT-OIL SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,**Dzierżgoń****Czapla S.J., Wesołowski J., Urbaniak W.***Sposób elektrochemicznego wytwarzania powłok cynkowych o zwiększonej odporności na korozję*

Wynalazek dotyczy sposobu elektrochemicznego wytwarzania powłok cynkowych o zwiększonej odporności na korozję polegający na elektrochemicznym, galwanicznym, nałożeniu powłoki cynkowej w bezcynkowej kąpeli alkalicznej, wytworzeniu warstwy konwersyjnej w roztworze pasywującym oraz uszczelnieniu powłoki cynkowej w kąpeli uszczelniającej. Zgodnie z wynalazkiem do kąpeli cynkującej i/lub do kąpeli pasywującej dodaje się 1–10 mL na litr danej kąpeli, korzystnie 2–5 mL/L, roztworu benzotriazolu o stężeniu 0,1–1%, korzystnie 0,2–0,5%, w roztworze wodorotlenku potasu lub sodu o stężeniu 0,5–2%, korzystnie 1%.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 436412; C03C 12/00

INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR I BADAŃ STRUKTURALNYCH
IM. WŁODZIMIERZA TRZEBIATOWSKIEGO POLSKIEJ AKADEMII
NAUK, Wrocław

Fandzloch M., Gerasymchuk Y., Łukowiak A.

Nanobioszko z układu binarnego CaO-SiO₂ oraz trójskładnikowego SiO₂-CaO-P₂O₅, sposób jego otrzymywania i zastosowanie

Wynalazek dotyczy bioszka w układzie dwuskładnikowym lub trójskładnikowym charakteryzującego się tym, że w układzie dwuskładnikowym SiO₂-CaO zawartość SiO₂ wynosi 75–89% mas. i zawartość CaO wynosi 11–25% mas., lub w układzie trójskładnikowym SiO₂-CaO-P₂O₅ zawartość SiO₂ wynosi 68–79% mas., zawartość CaO wynosi 15–26% mas. i zawartość P₂O₅ wynosi 6–7% mas., oraz sposobu jego otrzymywania i zastosowania w medycynie.

(5 zastrzeżeń)

Zgł. nr 436358; C08B 15/05

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT TECHNOLOGII
DREWNA, Poznań

Janiszewska D., Hochmańska P., Bałęczny W.

Nanobiomodyfikator aminowych żywic klejowych, sposób jego otrzymywania oraz zastosowanie nanobiomodyfikatora aminowych żywic klejowych do wytwarzania kompozytów lignocelulozowych

Przedmiotem wynalazku są nanobiomodyfikator aminowych żywic klejowych, sposób jego otrzymywania oraz zastosowanie nanobiomodyfikatora aminowych żywic klejowych do wytwarzania kompozytów lignocelulozowych. Bardziej szczegółowo przedmiotem wynalazku jest modyfikator biopolimerowy na bazie nanokrystalicznej celulozy funkcjonalizowanej związkami krzemooorganicznymi do aminowych żywic klejowych stosowanych w technologii tworzyw drzewnych oraz sposób funkcjonalizacji nanocelulozy metodą sililacji.

(11 zastrzeżeń)

Zgł. nr 436411; C01B 32/19

INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR I BADAŃ STRUKTURALNYCH
IM. WŁODZIMIERZA TRZEBIATOWSKIEGO POLSKIEJ AKADEMII
NAUK, WrocławKowalczyk J., Głuchowski P., Minh L.Q., VN, Huyen D.N., VN,
Stręk W.*Sposób wytwarzania płatkowego grafenu bezpośrednio z grafitu mineralnego*

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania płatków grafenowych metodą elektrochemicznego złączania, gdzie elektrody (anoda i katoda) wraz z elektrolitem stanowią obwód elektrochemiczny, przez który przepływa prąd. Sposób charakteryzuje się tym, że elektrody zanurza się przynajmniej częściowo w elektrolicie i prowadzi się elektrolizę, w trakcie której płatki grafitu odrywają się od elektrody, uwalniając się do roztworu elektrolitu, a następnie odzyskuje się złączone płatki grafenu z roztworu elektrolitu.

(7 zastrzeżeń)

Zgł. nr 436347; C09K 8/08

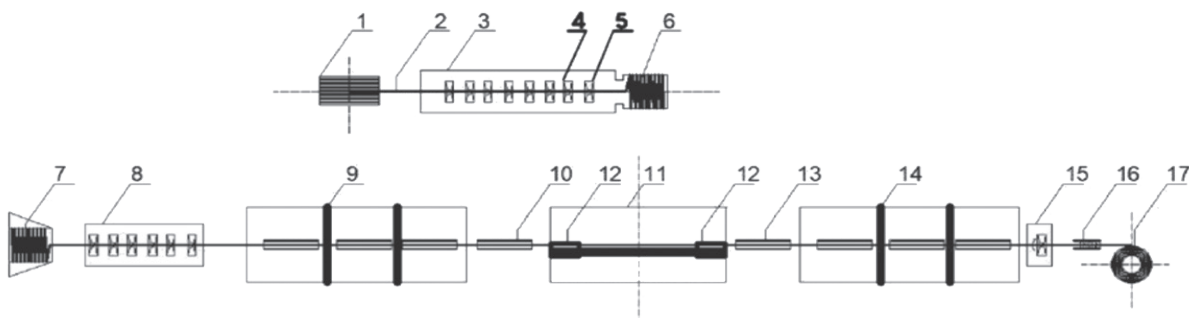
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA
W KRAKOWIE, Kraków

Wysocki S., Gaczoł M., Wysocka M.

Polimerowy środek strukturotwórczy do płuczek wiertniczych

Przedmiotem zgłoszenia jest polimerowy środek strukturotwórczy do płuczek wiertniczych zawierająca biopolimer XCD, mery APTAC i AETAC oraz polianionową celulozę, który charakteryzuje się tym, że składa się masowo z: polianionowej celulozy w ilości 10–75%, skrobi sieciowanej w ilości 10–75%, biopolimeru XCD wytwarzanego przez bakterie Xantomnas Compestris w ilości 10–75% oraz kopolimeru APTAC-co-AETAC-co-VSA-co-All, zawierającego w łańcuchu mery chlorowodoru (3-akryloamidopropyl)-trimetyloaminy, chlorowodoru [(2-akryloyloksy)etylo]-rimetyloaminy, kwasu winylosulfonowego i alliloaminy w ilości 1–10%.

(1 zastrzeżenie)



Przygotowała mgr Anna Skurzevska

AUTHORS' INDEX 2021
ALFABETYCZNY SPIS AUTORÓW 2022

A	
Antosik Adrian K.	No. 5, p. 5
B	
Bańkosz Magdalena	No. 6, p. 16
Bednarowski Dariusz	No. 3, p. 32
Borek Kinga	No. 1, p. 23
D	
Dąbrowski Robert	No. 5, p. 9, No. 6, p. 11
Drabczyk Anna	No. 1, p. 10
Dyląg Mateusz	No. 4, p. 13
Dzienniak Damian	No. 6, p. 7
Dzindziora Agnieszka	No. 6, p. 7
F	
Florkiewicz Wioletta	No. 3, p. 14
G	
Głąb Magdalena	No. 1, p. 18, No. 2, p. 5, No. 3, p. 20
Góra Mateusz	No. 4, p. 13
Grąż Katarzyna	No. 2, p. 12, No. 3, p. 9
Gronba-Chyła Anna	No. 2, p. 12, No. 3, p. 99
Gruca Mateusz	No. 3, p. 20
Grzela Klaudyna	No. 6, p. 16
Grzywacz Oliwia	No. 3, p. 14
H	
Hryniewicz Marek	No. 1, p. 23
J	
Jamroży Mateusz	No. 2, p. 5, No. 3, p. 20
K	
Konieczna Anita	No. 1, p. 23
Koperski Błażej	No. 1, p. 23
Koperski Wiktor	No. 1, p. 23
Kosztyla Tomasz	No. 2, p. 15
Król Julita	No. 3, p. 32
Kuciel Stanisław	No. 3, p. 26, No. 4, p. 5
Kufel Anna	No. 4, p. 5
Kwaśnicki Paweł	No. 2, p. 12, No. 3, p. 9
L	
Ludwiniak Mariusz	No. 1, p. 23
M	
Malinowski Łukasz	No. 3, p. 32
Mazur Kamila	No. 1, p. 23
Motyka Jan	No. 1, p. 23
Mozelewska Karolina	No. 5, p. 5
Mysliwiec Mateusz	No. 1, p. 18

N	
Nazaruk Mariusz	No. 1, p. 23
Nowak Tomasz	No. 3, p. 32
O	
Ochałek Krzysztof	No. 2, p. 15
Okrzesik Mateusz	No. 1, p. 10
P	
Parzuchowski Paweł	No. 4, p. 21
Piątek Artur	No. 1, p. 10
Piętak Karina	No. 3, p. 14
R	
Roguszevska Marlena	No. 4, p. 21
Rokicki Gabriel	No. 4, p. 21
Rusin-Żurek Karina	No. 3, p. 26
Rutkowski Mateusz	No. 1, p. 23
Rutkowski Tomasz	No. 1, p. 23
S	
Sadlik Julia	No. 3, p. 14
Siwek Artur	No. 3, p. 32
Słota Dagmara	No. 3, p. 14, No. 4, p. 13
Sotek Krzysztof	No. 5, p. 16
Stępka Dominik	No. 4, p. 10
Sułowski Maciej	No. 6, p. 7, No. 6, p. 11
Szechyńska Joanna	No. 3, p. 14
T	
Tkacz Damian	No. 4, p. 21
Z	
Zawilińska Iga	No. 6, p. 11
Ż	
Żygłowicz Tomasz	No. 2, p. 15

LIST OF REVIEWERS 2021
ALFABETYCZNY SPIS RECENZENTÓW 2022

1. prof. dr hab. inż. Anna Boczkowska, Politechnika Warszawska
2. prof. dr hab. inż. Adam Bydałek, Uniwersytet Zielonogórski
3. dr inż. Wojciech Głuchowski, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach
4. dr hab. inż. prof. PK Marek Hebda, Politechnika Krakowska
5. dr hab. inż. prof. PB Janina Kabatc, Politechnika Bydgoska
6. dr inż. Jerzy Polaczek, Warszawa
7. dr hab. inż. prof. PK Tomasz Rydzkowski, Politechnika Koszalińska
8. dr hab. inż. prof. PK Agnieszka Sobczak-Kupiec, Politechnika Krakowska
9. dr hab. inż. prof. PP Marek Szostak, Politechnika Poznańska
10. dr hab. inż. prof. PK Bożena Tyliczszak, Politechnika Krakowska

INFORMACJE DLA AUTORÓW

Redakcja przyjmuje do publikacji tylko prace oryginalne, niepublikowane wcześniej w innych czasopiśmie ani materiałach z konferencji (kongresów, sympozjów), chyba że publikacja jest zamawiana przez Redakcję. Artykuł przekazany do Redakcji nie może być ani opublikowany w całości lub części, ani równocześnie przekazany do opublikowania w innym czasopiśmie. Fakt nadesłania pracy do Redakcji uważa się za jednoznaczny z oświadczeniem Autora, że warunek ten jest spełniony. Z chwilą otrzymania artykułu przez Redakcję następuje przeniesienie praw autorskich na Wydawcę (Redakcję), która ma odtąd wyłączne prawo do korzystania z utworu, rozporządzania nim i zwielokrotniania dowolną techniką, w tym elektroniczną oraz rozpowszechniania. Bez zgody Wydawcy (Redakcji) artykuł nie może być reprodukowany w żadnej postaci ani tłumaczony. Za publikację prac naukowo-badawczych Wydawca nie płaci honorarium autorskiego. Druk publikacji naukowej związany jest z pewnymi kosztami, których ok. 50% musi ponieść instytucja Autora, bowiem przychody redakcji z tytułu prenumeraty i reklam drukowanych w naszym czasopiśmie pokrywają tylko ok. 50% kosztów. Koszt jednej strony w druku wynosi 300,00 zł netto. W uzasadnionych przypadkach Redakcja może dopuścić do nieodpłatnej publikacji artykułu. Warunkiem koniecznym jest oświadczenie o braku środków na pokrycie kosztów druku i/lub pozytywna ocena merytoryczna artykułu, potwierdzająca znaczenie przeprowadzonych badań i analiz oraz oryginalność materiału. Artykuły są drukowane zależnie od sytuacji ekonomicznej Redakcji.

Artykuł w języku polskim lub angielskim powinien być dostarczony do Redakcji w formie elektronicznej, jako załącznik do e-maila. Należy oczekiwać potwierdzenia jego otrzymania przez Redakcję (z podaniem numeru ewidencyjnego zarejestrowanego artykułu). W przypadku nie otrzymania przez Autora takiego potwierdzenia należy najpóźniej po 2 tygodniach skontaktować się z Redakcją w sprawie zgłaszanego artykułu. Wydruk artykułu w formacie A4 powinien mieć znormalizowaną liczbę wierszy i znaków w wierszu (32 wiersze po ok. 80 znaków w wierszu). Między wierszami należy zachować 1 interlinię, wielkość czcionki Times New Roman 13 punktów. Objętość artykułów naukowo-badawczych nie powinna przekraczać 12 tak znormalizowanych stron maszynopisu, a artykułów przeglądowych 20 stron włącznie z tabelami, rysunkami, wzorami i spisem literatury. Możliwy jest druk dłuższych publikacji, ale ich Autorzy muszą mieć świadomość, że oznaczać to będzie wyższe koszty druku. W tekście można zaznaczyć te elementy lub fragmenty, które należy szczególnie wyróżnić (kursywą, pogrubieniem lub kolorem). Przypisy uzupełniające i wyjaśniające tekst podstawowy powinny być napisane na dole strony, na której występują. Zaleca się umiar w stosowaniu przypisów. Tytuł artykułu należy podać w języku angielskim i polskim. Praca powinna zawierać streszczenie w języku angielskim i polskim. Streszczenie powinno być krótkim, trój- lub czterozdaniowym wyrażeniem najważniejszych myśli artykułu i podsumowaniem wyników pracy, napisanym w formie bezosobowej.

Wzory powinny być pisane bardzo czytelnie. Litery greckie należy opisać na marginesach (np. β – beta). Wyraźnie należy różnicować liczbę „0” i dużą literę „O”. Szczególnie czytelny powinien być zapis potęg i indeksów. Wzory i równania (chemiczne, matematyczne, fizyczne) należy przygotować specjalnym edytorami (np. ChemWin, ISIS Draw 2.2) i zapisać w powszechnie używanym formacie graficznym (np. tiff, gif, jpg). We wzorach i w tekście należy stosować jednostki Międzynarodowego Układu Jednostek SI. Jednostki w tabelach i w opisach rysunków należy podać po przecinku, a nie w nawiasach.

Tytuł i śródtytuły powinny być możliwie krótkie, lapidarnie ujmujące treść artykułu lub rozdziału. Śródtytuły należy numerować, można też oznaczyć ich rodzaj na marginesie (np. I rzędu, II rzędu, III rzędu).

Tabele, podpisy pod rysunkami i rysunki, ilustracje (w wymienionej kolejności) powinny znajdować się poza tekstem, a na marginesie wydruku tekstu lub w jego treści powinny być zaznaczone proponowane miejsca ich wstawienia. Zaleca się zestawianie wyników pomiarów lub różnych właściwości w formie tabelarycznej. Tabele powinny być ponumerowane cyframi arabskimi. Tytuł tabeli w języku angielskim i polskim powinien znajdować się nad tabelą. Nie stosuje się skrótów „tab.” ani w tytule, ani w tekście artykułu (jeśli w artykule jest tylko jedna tabela, to nie wpisuje się „1”). Tabele nie powinny być zbyt rozbudowane. Pożądane jest, aby mieściły się w szerokości szpalty lub kolumny druku (podstawa 8,5 cm lub 17,5 cm). W tabelach powinny być zaznaczone te rubryki, które należy wyróżnić za pomocą koloru.

Podpisy umieszczamy pod rysunkami. Wszystkie wykresy, rysunki i fotografie nazywa się rysunkami i numeruje kolejno (jeśli jest tylko 1 rysunek nie wpisuje się „1”), podając na każdym nazwisko Autora. Po skrócie Rys. należy wpisać numer rysunku lub fotografii, tytuł, a następnie stosowane na ilustracji oznaczenia. Jeśli oznaczenia zostały objaśnione w tekście, należy wpisać sformułowanie „oznaczenia objaśniono w tekście”.

Rysunki powinny być optymalnie szczegółowe. W rysunkach należy unikać słów obcojęzycznych, zastępując je polskimi odpowiednikami. Opisy rysunków podawane przy osiach x, y powinny być wielką literą, a jednostka po przecinku (bez nawiasu kwadratowego), np. Masa, g.

Elementy rysunków powinny być opisane symbolami (wersaliki), a rozwinięcie oznaczeń symboli przeniesione do podpisu. Opisywanie rysunku pełnym tekstem jest dopusz-

czalne tylko wtedy, gdy ma to ważne uzasadnienie merytoryczne. Jest to uwarunkowane dążeniem redakcji, aby rysunek zmieścił się na jednej szpalcie lub w szerokości jednej kolumny (podstawa 8,5 cm lub 17,5 cm). Pożądane typy rysunków to: wykresy liniowe, słupkowe, blokowe. Rysunki powinny być dostarczone jako osobne pliki graficzne o wysokiej rozdzielczości w powszechnie akceptowanych formatach (np. tiff, gif, jpg, bmp). Nie powinny znajdować się w ramkach.

Przed LITERATURĄ można umieścić podziękowania, informacje o grantach, projektach lub stypendiach, w ramach których wykonano pracę, informacje o finansowaniu.

Literatura cytowana powinna być umieszczana na końcu artykułu, uporządkowana w kolejności cytowania w tekście i kolejno ponumerowana, numery cytowanych w spisie pozycji powinny znajdować się w nawiasie kwadratowym. W tekście numerację odnośników należy wpisywać także w nawiasach kwadratowych. Nie należy stosować tzw. automatycznego spisu literatury cytowanej. Literatura powinna zawierać podstawowe elementy opisu bibliograficznego wg podanych przykładów (1. książka, 2. czasopismo, 3. materiały konferencyjne, 4. praca doktorska, 5. materiały reklamowe firmy, 6. patent, 7. norma, 8. Dziennik Ustaw, 9. rozporządzenie, 10. dyrektywa, 11. adres internetowy):

- [1] Luximon A.: Handbook of footwear design and manufacture. Woodhead Publishing, Cambridge (2013).
- [2] Aizenshtein E.M.: Polyester fibres continue to dominate on the world textile raw materials balance sheet. *Fibre Chemistry* 41 (1) (2009) 1–8.
- [3] Sajek A.K., Sajek A.: A title of an article published in conference proceedings. A Title of the Conference, locality, June 20th–24th (2004) 101–105.
- [4] Brzozowski R.: Badanie selektywności kształtu w reakcjach syntezy diizopropylonaftalenów prowadzonych w obecności katalizatorów glinokrzemianowych. Praca doktorska. Instytut Chemii Przemysłowej, Warszawa (2001).
- [5] GRYFSKAN Sp. z o.o., Hajnówka, Prospekt firmowy.
- [6] Zgł. pat. pol. P-344 539 (2000).
- [7] PN-EN ISO 20344:2012. Personal protective equipment. Test methods for footwear.
- [8] Dz.U. 2004, nr 19, poz. 177.
- [9] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonywania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu. Dz.U. 2008, nr 119, poz. 765.
- [10] Dyrektywa 2004/18/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie koordynacji procedur udzielania zamówień publicznych na roboty budowlane, dostawy i usługi. Dz.Urz. UE L 134, 114.
- [11] <http://www.spirulina.pl>, dostęp 15 marca 2013 r.

DOI: 10.14314/polimery.2016.031.

Imię i nazwisko Autora lub Autorów (bez tytułów naukowych i zawodowych) należy umieścić na pierwszej stronie, pod tytułem. Gwiazdka (*) powinien być oznaczony Autor do korespondencji, którego e-mail musi znaleźć się pod afiliacjami Autorów. Przy nazwiskach Autorów powinny być umieszczone numery ORCID.

Plik z publikacją wzorcową jest dostępny na stronie internetowej czasopisma i.mat.polsl.pl.

Wszystkie zgłoszone do druku prace naukowo-badawcze i problemowo-przeglądowe (w tym także artykuły sponsorowane) poddawane są recenzji. Opinia Recenzenta jest przekazywana Autorowi do ustosunkowania się w terminie zazwyczaj nie dłuższym niż 1 miesiąc. Jeśli praca wymaga poprawek i/lub uzupełnień, to Autor musi wprowadzić je w czasie nie dłuższym niż 1 miesiąc. Niezwroćenie poprawionej pracy w tym terminie oznaczać będzie druk publikacji w późniejszym terminie. Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania poprawek językowych (stylistycznych) oraz skracania artykułów w przypadku występowania w nich powtórzeń i rozwlekłości.

Notatki informacyjne, recenzje, wywiady, sprawozdania i komentarze przygotowywane są w zasadzie wyłącznie na zamówienie Redakcji lub z inicjatywy Autorów po wstępnym (np. telefonicznym) uzgodnieniu tematyki, zakresu i objętości opracowania. Podobnie jak w przypadku artykułów naukowo-badawczych i problemowo-przeglądowych, prawa autorskie do publikacji zostają przeniesione na Wydawcę (Redakcję) po przekazaniu pracy do druku. Na każdy przedruk tych publikacji wymagana jest pisemna zgoda Redakcji.

W momencie dostarczenia artykułu do redakcji Autor (Autorzy) powinien dołączyć formularz zgłoszenia publikacji dostępny na stronie internetowej, w którym podane będą:

- imię i nazwisko, tytuł zawodowy i naukowy,
- nazwę i adres instytucji, w której praca została wykonana,
- numery telefonów i faksu, służbowy, komórka,
- adres poczty elektronicznej,
- adres do korespondencji,
- dane instytucji Autora do wystawienia faktury (oficjalna nazwa, oficjalny adres, numer NIP), w przypadku uczelni wyższej jest to zwykle adres jej rektoratu.

**We wszystkich sprawach budzących wątpliwości prosimy o telefoniczny lub mailowy kontakt z naszą Redakcją:
+48 663-311-933, i.materialowa@sigma-not.pl**

*Korzystamy
z zielonej energii*

Bądź eko
wybierz prenumeratę
cyfrową

Warianty prenumeraty czasopism na 2023 r.

PRENUMERATA cyfrowa – czasopismo wyłącznie w wersji cyfrowej dostępne na Portalu Informacji Technicznej www.sigma-not.pl, prenumerator otrzyma link aktywacyjny do zaprenumerowanego tytułu;

Pakiet PLUS – czasopismo w wersji papierowej (bez doliczanej opłaty za jej dostarczenie) oraz w wersji cyfrowej, wraz z dostępem do archiwum zaprenumerowanego tytułu na Portalu Informacji Technicznej www.sigma-not.pl; prenumerator otrzyma link aktywacyjny do zaprenumerowanego tytułu;

PRENUMERATA papierowa – czasopismo tylko w wersji papierowej (za jego dostarczenie doliczamy opłatę).



więcej informacji: 22 840 30 86, prenumerata@sigma-not.pl
portal@sigma-not.pl