



INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

1

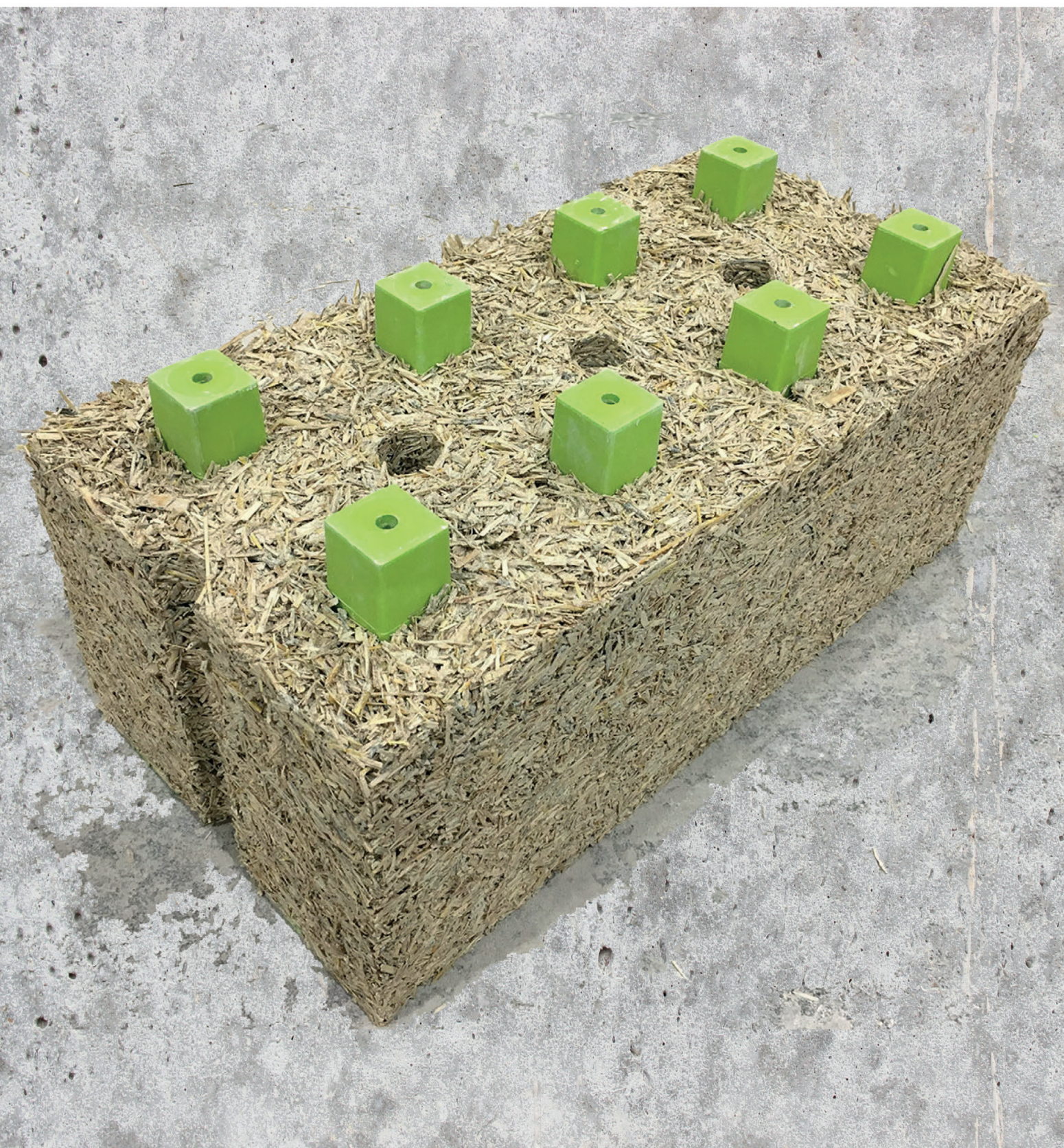
M A T E R I A L S E N G I N E E R I N G

• **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)





EXPO-SURFACE

XII Targi Technologii Antykorozyjnych
oraz Ochrony Powierzchni

5-7 / 04 / 2022

Przyjedź i spotkaj liderów branży.
Rozwiń swój biznes!

Godziny otwarcia ekspozycji:

5.04.2022 r.: 09.00 – 17.00

6.04.2022 r.: 09.00 – 17.00

7.04.2022 r.: 09.00 – 15.00

expo-surface.pl

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

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:

Błoczek konstrukcyjny z betonu konopnego
(Foto: Just BioFiber)

INŻYNIERIA
MATERIAŁOWA

1

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 współudziale
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MATERIAŁOZNAWCZEGO

CONTENTS • SPIS TREŚCI

MADE IN POLAND

Przegląd badań naukowych i innowacji polskich naukowców
w kraju i na świecie 3

KONFERENCJA

Konferencja *online* Click-Watch-Talk 3.0 dla branży materiałów
kompozytowych 5

Mateusz Okrzesik, Artur Piątek, Anna Drabczyk

Preparation, application and modification of magnetic nanoparticles

Otrzymywanie, zastosowanie oraz modyfikacje nanocząstek
magnetycznych 10

Mateusz Myśliwiec, Magdalena Głąb

Application of hydrogel materials in 21st century medicine

Zastosowanie materiałów hydrożelowych w medycynie XXI wieku 18

Marek Hryniewicz, Kinga Borek, Kamila Mazur, Anita Konieczna,
Jan Motyka, Mateusz Rutkowski, Tomasz Rutkowski, Mariusz Nazaruk,
Błażej Koperski, Wiktor Koperski, Mariusz Ludwiniak

*The use of hemp shiv as a replacement for the aggregate mixture
in concrete mix for the production of precast concrete elements*

Wykorzystanie paździerz konopnego jako zamiennika mieszanki
kruszywowej w mieszance betonowej do produkcji prefabrykatów
betonowych 23

CO PISZĄ INNI

Przegląd krajowych i zagranicznych czasopism naukowych
i naukowo-technicznych 26

ZGŁOSZENIA PATENTOWE

Wybrane zgłoszenia patentowe z dziedziny inżynierii materiałowej
wg Biuletynu Urzędu Patentowego nr 38–39 z 2021 r.
oraz 1–5 z 2022 r. 30

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.

Szanowni Państwo,

w najnowszym wydaniu proponujemy relację z konferencji Click-Watch-Talk 3.0 dla branży materiałów kompozytowych i lekturę artykułów z zakresu otrzymywania, zastosowania oraz modyfikacji nanocząstek magnetycznych, zastosowania materiałów hydrożelowych w medycynie XXI w. oraz na temat wykorzystania paździerza konopnego jako zamiennika mieszanki kruszywowej w mieszance betonowej do produkcji prefabrykatów betonowych. Zachęcam również do lektury przeglądu krajowych i zagranicznych czasopism naukowych i naukowo-technicznych, wybranych zgłoszeń patentowych z dyscypliny inżynierii materiałowej oraz wyboru najciekawszych innowacji w dziale „Made in Poland”.



Życząc Państwu miłej lektury, zachęcam do zgłaszania swoich sugestii, uwag, pytań i komentarzy, a szczególnie do proponowania tematów kolejnych numerów. Czekamy na Państwa reakcje, zapraszając jednocześnie do nadsyłania opinii oraz tekstów na nasz adres i.materialowa@sigma-not.pl. W imieniu Kolegium Redakcyjnego serdecznie zapraszam do lektury!

Prof. dr hab. inż. Agnieszka Sobczak-Kupiec
Redaktor Naczelna

PRENUMERATA CZASOPISMA „INŻYNIERIA MATERIAŁOWA” na 2022 r.

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



- cena jednego egzemplarza 68,00 zł,
- prenumerata **papierowa**: 390,00 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.

WYDAWNICTWO
SIGMA-NOT



Kontakt:

Zakład Kolportażu, ul. Ku Wiśle 7, 00-707 Warszawa,
tel.: +48 22 840 35 89, faks: +48 22 891 13 74,
email: prenumerata@sigma-not.pl

MADE IN POLAND

Stopy magnezu ze srebrem i ich interakcje z wodorem

Doktorantka Magda Pęska z Wydziału Nowych Technologii i Chemii Wojskowej Akademii Technicznej wytworzyła nietypowe materiały funkcjonalne. Chodzi o stopy magnezu ze srebrem, które naukowczynie otrzymała w wyniku mechanicznej syntezy i przebadła pod kątem interakcji z wodorem.

Materiały na bazie magnezu w sposób odwracalny pochłaniają wodór, pozwalając w ten sposób na jego niskociśnieniowe i bezpieczne magazynowanie. W perspektywie gospodarki przyszłości opartej na odnawialnych źródłach energii, wodór może stać się głównym jej nośnikiem, a znajomość mechanizmów oddziaływania wodoru z różnymi materiałami konstrukcyjnymi i funkcjonalnymi będzie mieć kluczowe znaczenie przy wdrażaniu technologii przyszłości.

Mechaniczna synteza, prowadzona zazwyczaj w młynkach kulowych, jest technologią pozwalającą na wytwarzanie stopów z materiałów, które bardzo trudno jest połączyć poprzez klasyczne topienie składników. Materiały powstające w jej wyniku, choć są nazywane stopami, powstają z czystych pierwiastków, ale bez udziału fazy ciekłej w procesie, a ich powstawanie obrazowo można porównać do długotrwałego mieszania np. plasteliny o dwóch różnych kolorach. Produkt końcowy jest całkowicie jednorodny, choć podczas mieszania nigdy nie był ciekły. W ten sposób można syntezować nowe materiały z substratów znacząco różniących się temperaturą topnienia, gęstością czy o niewielkiej wzajemnej rozpuszczalności.

Więcej na ten temat można przeczytać w publikacji, która ukazała się w *Journal of Hydrogen Energy* 2021, **46**, nr 66, 33152–33163.

Źródło: Nauka w Polsce

Biodegradowalne opakowanie ze zużytych opon?

Biotechnolodzy i papiernicy z Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności oraz z Centrum Papiernictwa i Poligrafii Politechniki Łódzkiej opatentowali metodę, która „zjada gumę” i przetwarza ją w papier. Naukowcy wykorzystali aktywność szczepu bakterii *Lactiplantibacillus plantarum* do wytwarzania biocelulozy. W tym procesie bakterie czerpią energię z odpadu gumowego, ale ze względu na dużą retencję wody oraz niezadowalające właściwości wytrzymałościowe celuloza bakteryjna nie nadaje się do produkcji papieru. – *Opracowaliśmy specjalny kompozyt – mieszaninę celulozy roślinnej i bakteryjnej, poprawiając dzięki temu cechy fizykochemiczne otrzymanego w ten sposób papieru, który staje się nieprzepuszczalny dla powietrza i jest oczywiście biodegradowalny* – wyjaśnia

dr hab. inż. Tomasz P. Olejnik. Nowatorskie rozwiązanie chronione jest kilkoma patentami, a zdaniem twórców otrzymany papier może znaleźć zastosowanie do wytwarzania opakowań, które mogą zastąpić plastik. Dodają, że opony są toksycznym i trudno biodegradowalnym materiałem, a zgromadzone na składowiskach stanowią duży problem ekologiczny i ekonomiczny.

Źródło: Nauka w Polsce

Jak szybko polimery zwijają się w kłębek?

Naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej PAN zaobserwowali, jak rozpoczyna się proces zwijania łańcuchów polimerowych w globule na poziomie molekularnym. Dr Marcin Pastorczak przeprowadził swoje badania we współpracy z prof. Naokim Shinyashiki z Tokai University, ekspertem w dziedzinie dynamiki polimerów, oraz dr Gonzalo Angulo, specjalistą kinetyki chemicznej. – *Jako chemika zajmującego się polimerami intrygowało mnie zawsze, jak zmiana temperatury o zaledwie 0,5°C może tak drastycznie zmienić właściwości tych materiałów. Zastanawiałem się również, jak właściwie przebiega ten proces nagłego zwijania się polimeru w globule oraz jak materiał „wyczuwa” tak niewielki wzrost temperatury. Rozpoczynając pracę w Centrum Laserowym Instytutu Chemii Fizycznej PAN, zorientowałem się, że mam tutaj doskonałe narzędzia, aby odkryć te tajemnice* – mówi dr Pastorczak.

Obserwacja zwijania/zapadania się łańcucha polimerowego w globulę nie jest prosta i oprócz bardzo czułej aparatury wymaga również możliwości praktycznie natychmiastowego podgrzania próbek. Dlatego do jej podgrzewania wykorzystano ultraszybkie impulsy laserowe w zakresie promieniowania podczerwonego zdolne podgrzać materiał o kilka stopni Celsjusza w ciągu paru pikosekund. – *Po „kopnięciu” w próbkę impulsem podgrzewającym wysyłałmy kolejny impuls laserowy – próbując, który miał nam pokazać zmiany zachodzące w materiale. Dzięki temu zaobserwowaliśmy, jak w ciągu 300 pikosekund po podgrzaniu polimer zaczynał intensywniej rozpraszać światło drugiego impulsu. Zrozumieliśmy, że właśnie w tym momencie zaczęła się zmiana konformacji polimeru z kłębaka w globulę! Połączaliśmy ten zmierzony czas początku przejścia kłębek-globula z jedną z podstawowych właściwości polimerów – czasem relaksacji segmentalnej łańcucha polimerowego* – dodaje dr Pastorczak.

Teraz, kiedy naukowcy wiedzą już, która cecha polimeru decyduje o rozpoczęciu procesu kurczenia się, mogą lepiej i bardziej świadomie syntetyzować nowe inteligentne hydrożele. Dzięki badaniom dr Pastorczaka i jego współpracowników ukazano, jak szybko tworzy się kłębek polimerowy oraz jak wiele czasu potrzeba, aby hydrożel skutecznie zareagował na bodziec ze-

wewnętrzny, taki jak temperatura. Choć tak przedstawiony wynik eksperymentalny to dopiero początek długiej drogi w poznaniu mechanizmów zachodzących w polimerach na poziomie molekularnym, to dzięki naukowcom z PAN jesteśmy o krok bliżej przyspieszenia czasu reakcji inteligentnych hydrożeli, a tym samym szybszych i wydajniejszych polimerów.

Badania były realizowane w ramach grantu „Fuga” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Wyniki opublikowano w *Journal of Colloid and Interface Science* 2022, **608**, part 2, 2018–2024, DOI: 10.1016/j.jcis.2021.10.158.

Źródło: Nauka w Polsce

Nowy wymiar azotowania gazowego

Naukowcy z Instytutu Technologii Polimerów i Barwników oraz Międzynarodowego Centrum Badań Innowacyjnych Biomateriałów (ICRI-BioM) – Międzynarodowa Agenda Badawcza (Politechnika Łódzka) są liderami polsko-niemieckiego projektu, którego efektem mają być nowatorskie materiały opatrunkowe. Zespół szczególnie nacisk kładzie na opracowanie opatrunków przyspieszających proces gojenia się ran przewlekłych. – *Są to polimery inteligentne, reagujące w pożądanym sposobie na bodźce zewnętrzne, aktywne nanowarstwy oraz peptydy uwalniane z nowego materiału kompozytowego, jako ostatnia opcja ochrony przeciwzakaźnej przeciwko opornym patogenom* – wyjaśniła liderką projektu dr hab. inż. Joanna Pietrasik z Wy-

działu Chemicznego PŁ. Wskazała także, że w ramach trwających prac naukowcy po raz pierwszy połączą w nowatorskiej strategii trzy indywidualnie ważne koncepcje stosowane w przygotowaniu materiałów opatrunkowych. W efekcie zostanie wytworzony przeciwutleniający i elektroaktywny opatrunek na rany skóry, który wspomaga gojenie, a uwalniając peptydy przeciwdrobnoustrojowe, zwalcza patogeny bakteryjne i grzybiczne. Jak zaznaczyła dr Pietrasik, rany przewlekłe powstają na skutek przedłużającej się fazy zapalnej podczas procesu gojenia, co w konsekwencji uniemożliwia regenerację skóry. – *Z tego powodu dużą uwagę poświęca się opatrunkom, które są w stanie nie tylko chronić rany przed wpływem środowiska, ale także wspomagają regenerację skóry i przyspieszają proces ich gojenia* – tłumaczyła. Dodała, że prowadzone badania mają otworzyć nowe kierunki dla materiałów opatrunkowych następnych generacji, dostosowanych do różnych rodzajów ran i do zwalczania zakażeń zagrażających życiu za pomocą specjalistycznych leków, a tym samym nowych koncepcji leczenia poprawiających gojenie się ran.

Wartość projektu „Antyutleniające, elektroaktywne i biobójcze samoprzylegające materiały opatrunkowe” wynosi ponad 4 mln zł, a obok naukowców z Politechniki Łódzkiej jego partnerami są: Uniwersytet Medyczny w Lublinie oraz Ulm University i Max Planck Institute for Polymer Research. Polskie zespoły otrzymały na realizację zadań prawie 2,4 mln zł w konkursie OPUS +LAP, finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki oraz Niemiecką Fundację ds. Badań Deutsche Forschungsgemeinschaft – DFG.

Źródło: Nauka w Polsce



STCM
Salon Technologii
Obróbki Metali
5-7.04.2022
Kielce

Targi Kielce 30 LAT
exhibition & congress centre

stom.targi Kielce.pl

Przyjedź i spotkaj liderów branży. Rozwiń swój biznes!

TOOL • BLECH & CUTTING • ROBOTICS
LASER • FIX • SPAWALNICTWO • TEIA
DNI DRUKU 3D • KIELCE FLUID POWER
CONTROL-STOM • EXPO SURFACE

Godziny otwarcia ekspozycji:

5.04.2022 r.: 09.00 – 17.00
6.04.2022 r.: 09.00 – 17.00
7.04.2022 r.: 09.00 – 15.00



/showcase/
stom-metal-processing-fair/

Konferencja *online* Click-Watch-Talk 3.0 dla branży materiałów kompozytowych

W dniach 18–19 listopada 2021 r. już po raz trzeci odbyła się konferencja *online* dla branży materiałów kompozytowych w Polsce, zorganizowana przez Targi w Krakowie, Polski Klaster Technologii Kompozytowych i Politechnikę Warszawską pod patronatem Komitetu Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN oraz Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych. Konferencja obejmowała cztery bloki: biokompozyty do zastosowań w technice, kompozyty w budownictwie, metody badań i certyfikacji kompozytów oraz infuzja jako metoda wytwarzania kompozytów wielkogabarytowych.



Fot. 1. Prof. Andrzej Błędzki
(Foto: Targi Kraków)

Opiekunem bloku „Biokompozyty do zastosowań w technice” był prof. dr hab. inż. Andrzej Błędzki z Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, członek Sekcji Materiałów Niemetalowych w Komitecie Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN, a także członek Rady Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych, który wygłosił wykład wprowadzający nt. biokompozytów z surowców odnawialnych. Przedstawił w nim krótką historię biokompozytów, w szczególności ich zastosowanie w motoryzacji, omówił surowce wykorzystywane obecnie do ich wytwarzania, np. biokompozyty WPC (wood-polymer composites), procesy produkcji biokompozytów (prasowanie, wytłaczanie) oraz perspektywę ich rozwoju.



Fot. 2. Dr hab. inż. Stanisław Kuciel,
prof. PK
(Foto: Targi Kraków)

Pan dr hab. inż. Stanisław Kuciel, prof. PK, z Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki wygłosił referat, w którym dokonał przeglądu biokompozytów polimerowych o działaniu bakteriobójczym, skupiając się na pracach prowadzonych przez jego zespół. Najkorzystniejsze do takich zastosowań są biodegradowalne (kompostowalne) biokompozyty na podstawie polilaktydu, polihydroksyalkanianów i skrobi termoplastycznej, wzmocnione włóknami naturalnymi i zawierające naturalne barwniki oraz naturalne lub mineralne substancje biobójcze, takie jak chrzan, cykorja, nanocząstki srebra lub ditlenku tytanu. Prelegent przedstawił również wyniki prowadzonych na Politechnice Krakowskiej we współpracy z przemysłem projektów badawczych dotyczących m.in. opakowań na kosmetyki, naczyń stołowych i sztućców, standu reklamowego, wyrobów rehabilitacyjnych i ortopedycznych.



Fot. 3. Marek Radwański
(Foto: Targi Kraków)

Kolejny referat pt. „Len i konopie – włókna przyszłości” wygłosił Marek Radwański, prezes zarządu Ekotex Sp. z o.o. oraz prezes Polskiej Izby Lnu i Konopi. Podczas wystąpienia przedstawił historię i przyszłość włókien z lnu i konopi, znanych już 3 tys. lat temu w Chinach. Wraz z rozwojem produkcji włókien syntetycznych pod koniec XX w. nastąpił upadek branży lnianej. Obecnie powstało kilka firm prywatnych, które inwestują w produkcję włókien lnianych i konopnych, ale ograniczeniem jest wysoka cena nasion i brak urządzeń do uprawy lnu i konopi. W 2002 r. powołano Polską Izbę Lnu i Konopi, która wspiera producentów włókien naturalnych.



Fot. 4. Dr inż. Albert Langkamp
(Foto: Targi Kraków)

Dr inż. Albert Langkamp z Technische Universität Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik przedstawił referat na temat rozwoju polimerów wzmocnianych włóknami (ich znaczenie wzrasta w niemieckim przemyśle lotniczym, samochodowym i w kolejnictwie) w warunkach Europejskiego Zielonego Ładu, który zakłada neutralność klimatyczną oraz efektywne wykorzystywanie surowców. Prelegent dokonał przeglądu polimerów biodegradowalnych oraz polimerów wytwarzanych z surowców odnawialnych, a także włókien naturalnych i syntetycznych stosowanych do wytwarzania materiałów kompozytowych.



Fot. 5. Kinga Wolniewicz
(Foto: Targi Kraków)

Kinga Wolniewicz z firmy KLGS Sp. z o.o. w Pcimiu, producenta i dostawcy technicznych detali z tworzyw sztucznych dla branży elektronicznej, elektromaszynowej, energetycznej, motoryzacyjnej, AGD i budowlanej oraz dla kolejnictwa, omówiła stosowane w firmie procesy produkcji biokompozytów przez wtryskiwanie. Firma produkuje również formy wtryskowe i prowadzi seryjną produkcję. Prelegentka podała przykłady rozwiązań opracowanych w firmie, np. uchwyt anteny satelitarnej opracowany we współpracy z Politechniką Krakowską.

Tomasz Kwapisz z firmy ProDeck Sp. z o.o. w Niepołomicach zaprezentował wytwarzane w firmie deski kompozytowe z WPC (na podstawie PVC) dla budownictwa, które stanowią materiał do



Fot. 6. Tomasz Kwapisz
(Foto: Targi Kraków)



Fot. 7. Dr Andrzej Czulak
(Foto: Targi Kraków)



Fot. 8. Dr inż. Mike Thieme
(Foto: Targi Kraków)



Fot. 9. Dr inż. Bartłomiej Bereska
(Foto: Targi Kraków)

budowy tarasów, ogrodzeń, balkonów, pomostów i schodów. Ich zaletą jest trwałość i wytrzymałość, a Firma daje 10-letnią gwarancję na ich użytkowanie.

Opiekunem bloku „Kompozyty w budownictwie” był dr Andrzej Czulak, lider Polskiego Klastera Technologii Kompozytowych, członek Sekcji Materiałów Nietopczalowych w Komitecie Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN, a wykład wprowadzający pt. „Włókna węglowe jako nowe materiały wzmacniające do ekologicznego i opłacalnego stosowania w budownictwie” wygłosił dr inż. Mike Thieme z Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, Technische Universität Dresden (Niemcy), prezes Plastic Association Brandenburg & Berlin. Prelegent przedstawił krótką historię przemysłowego stosowania włókien węglowych, które początkowo stosowano w urządzeniach wykorzystywanych w technice kosmicznej i wojskowej oraz w sporcie, później energetyce, lotnictwie i motoryzacji, a obecnie również w budownictwie, gdzie z powodzeniem zastępują zbrojenia

ze stali. Nie ulegają korozji i są od 1,5 do 2 razy cięższe niż stal, a nie ustępują jej w wytrzymałości mechanicznej, dzięki czemu można stosować cieńsze bloki betonowe w budownictwie. Prelegent podał przykłady stosowania włókien węglowych w budownictwie (mosty, kładki, pomniki).

Dr inż. Bartłomiej Bereska z firmy Noma Resins Sp. z o.o. w Gliwicach mówił na temat zastosowania zbrojeń kompozytowych w budownictwie. Jego firma produkuje różne gatunki żywicy epoksydowych, wykorzystywanych jako osnowa w kompozytach polimerowych stosowanych jako zbrojenia w inżynierii lądowej (np. most w Białej wykonany w 2016 r.

z kompozytów). Pręty zbrojeniowe z kompozytów FRP (*fibre-reinforced polymers*) są odporne na korozję, mają mniejszą rozszerzalność i mniejsze przewodnictwo cieplne niż stal, nie przewodzą prądu, nie są podatne na pole magnetyczne, mają dużą wytrzymałość na rozciąganie i małą gęstość. Można je obrabiać skrawaniem i wytwarzać przez pultruzję w dużych gabarytach, a zawartość żywicy można w nich obniżyć nawet do

20%. Wadą prętów kompozytowych jest ich niska odporność na ścinanie, na ściskanie i na podwyższone temperatury, palność oraz mała odporność na alkalia.



Fot. 10. Jacek Sykułski
(Foto: Targi Kraków)



Fot. 11. Dr inż. Maciej Kulpa
(Foto: Targi Kraków)

dla pieszych. W latach 2015–2016 powstał most drogowy dźwigarowy oparty na płycie betonowej (*composite-concrete bridge*), a w latach 2016–2017 kolejny most już bez płyty betonowej. W projekcie realizowanym w latach 2018–2021 zastosowano płyty kompozytowe z ożebrowaniem w środku (plaster miodu) z monitoringiem światłowodowym wskazującym uszkodzenie. W latach 2020–2021 budowano kładki ze zużytych kompozytowych śmigieł z wiatraków, a w 2021 r. otwarto w Rzeszowie najdłuższą kładkę kompozytową dla rowerzystów (*Inż. Mat.* 2021, nr 6, 4).



Fot. 12. Roy Thyroff
(Foto: Targi Kraków)

posadзки w halach przemysłowych. Kompozyty te są również wykorzystywane do naprawy rurociągów podziemnych bez ich odkopywania.

Pan Szczepan Gorbacz, prezes firmy Amargo Sp. z o.o., sp.k. z Ożarowa Mazowieckiego, mówił o zasadach doboru materiałów do budowy zbiorników w przemyśle (tworzywo, kompozyt, hybryda). W przypadku zbiorników na substancje niebezpieczne ważna jest żywotność zbiornika, koszt produkcji

O możliwościach dla nowoczesnych i inteligentnych rozwiązań, jakie stwarzają kompozyty w budownictwie mówił Jacek Sykułski z firmy Fibreco Sp. z o.o. w Krakowie. Prelegent przedstawił portfolio firmy, w którym znajdują się elementy kompozytowe dla budownictwa, takie jak zbrojenia, pręty, zbrojenia rozproszone InFibra, strzemiączka oraz inteligentne pręty pomiarowe ze światłowodem.

Pan dr inż. Maciej Kulpa z Katedry Dróg i Mostów Politechniki Rzeszowskiej mówił o wykorzystaniu kompozytów w polskim budownictwie drogowo-mostowym. W 2013 r. Mostoś stal zbudował pierwszą kładkę z kompozytów (wzmacnianych włóknami szklanymi i węglowymi) o długości 13,5 m przeznaczoną

dla pieszych. W latach 2015–2016 powstał most drogowy dźwigarowy oparty na płycie betonowej (*composite-concrete bridge*), a w latach 2016–2017 kolejny most już bez płyty betonowej. W projekcie realizowanym w latach 2018–2021 zastosowano płyty kompozytowe z ożebrowaniem w środku (plaster miodu) z monitoringiem światłowodowym wskazującym uszkodzenie. W latach 2020–2021 budowano kładki ze zużytych kompozytowych śmigieł z wiatraków, a w 2021 r. otwarto w Rzeszowie najdłuższą kładkę kompozytową dla rowerzystów (*Inż. Mat.* 2021, nr 6, 4).

Roy Thyroff z niemieckiej firmy Rothycon Roy Thyroff Consulting przedstawił perspektywę wykorzystania włókien węglowych do wytwarzania kompozytów dla inżynierii lądowej. Podstawowym elementem jest krata węglowa (*carbon grid*), która służy do wytwarzania kompozytu *in situ*. Z tego kompozytu wytwarzane są mosty o nośności 2 t, silosy na cukier oraz



Fot. 13. Szczepan Gorbacz
(Foto: Targi Kraków)

i bezpieczeństwo składowania. Termoplasty są tanie, chemoodporne oraz żywotne i mogą być stosowane do magazynowania substancji żrących nawet przez 50 lat, zarówno w zbiornikach podziemnych, jak i naziemnych, nie są jednak odporne na podwyższone temperatury. Duroplasty nie nadają się do składowania cieczy agresywnych i są kruche. Rozwiązaniem jest stosowanie wykładzin wykonanych z droższych polimerów specjalnych, takich jak np. politetrafluoroetylen czy polieteroketon. Więcej na ten temat można przeczytać w *Przem. Chem.* 2022, **101**, nr 1, 4.



Fot. 14. Prof. Anna J. Dolata
(Foto: Targi Kraków)



Fot. 15. Dr inż. Aleksandra Bogdan-Włodek
(Foto: Targi Kraków)

Opiekunem bloku „Metody badań i certyfikacji kompozytów” była dr hab. inż. Anna J. Dolata, prof. Politechniki Śląskiej (Wydział Inżynierii Materiałowej, Katedra Technologii Materiałów), prezes Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych, członek Sekcji Materiałów Nietalowych Komitetu Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN i członek Rady Polskiego Klustra Technologii Kompozytowych, a wykład wprowadzający w tej sekcji pt. „Wybrane metody badań kompozytów o podstawie polimerowej” wygłosiła dr inż. Aleksandra Bogdan-Włodek, dyrektor Laboratorium Badań Materiałów w Śląskim Centrum Naukowo-Technologicznym Przemysłu Lotniczego w Czechowicach-Dziedzicach. Przedstawiła ona metodologię badania kompozytów oraz szczegółowe procedury oznaczeń oparte głównie na amerykańskich normach ASTM (m.in. gramatura, zawartość włókien, czas żelowania, zdolność przylegania warstw).



Fot. 16. Dr inż. Tomasz Włodek
(Foto: Targi Kraków)

Dr inż. Tomasz Włodek, dyrektor ds. certyfikacji w Zakładach Badań i Atestacji „Zetom” im. prof. F. Stauby, przedstawił przebieg procesu certyfikacji na przykładzie wybranych wyrobów kompozytowych. Certyfikacja ma na celu zapewnienie przez niezależną i cieszącą się powszechnym zaufaniem instytucję, że produkt lub proces spełnia wymagania określone odpowiednimi normami. Certyfikacja jest dobrowolna, ale posiadanie certyfikatów zgodności poprawia konkurencyjność firmy. Proces certyfikacji jest utrudniony ze względu na brak norm przedmiotowych w

zakresie oceny właściwości użytkowych dla większości innowacyjnych wyrobów wykorzystujących struktury kompozytowe. Prelegent przedstawił dwa wzięte z własnej praktyki przykłady certyfikacji (kompozytowe słupy oświetleniowe oraz kompozytowe pręty żebrowane dla budownictwa).



Fot. 17. Dariusz Knapik
(Foto: Targi Kraków)

Na temat wykrywania delaminacji w kompozytach polimerowych mówił Dariusz Knapik, właściciel krakowskiej firmy EC Test Systems Sp. z o.o., która specjalizuje się w pomiarach, diagnostyce i symulacjach z zakresu drgań i akustyki oraz termowizji przy wykorzystaniu kamer szybkich i skanerów 3D. Wykrywanie delaminacji polega na wykrywaniu w strukturze kompozytu inkluzji powietrza, które w przypadku podwyższenia temperatury ekspandują i mogą doprowadzić do uszkodzenia kompozytu. W badaniu wykorzystywana jest termografia aktywna IrNDT, która pozwala na wykrywanie oraz charakteryzację nieciągłości materiałowych badanej próbki. Firma z powodzeniem wykorzystywała tę technikę do wykrywania i wymiarowania defektów w kadłubach łodzi, łopatach wiatraków i karoseriach samochodowych wykonanych z kompozytów.



Fot. 18. Dr inż. Artur Witkowski
(Foto: Targi Kraków)

Dr inż. Artur Witkowski z firmy "Shim-Pol A.M. Borzymowski" E. Borzymowska-Reszka, A. Reszka sp.j. omówił rozwiązania Shimadzu w dziedzinie badań materiałów kompozytowych. Oferta firmy w tym zakresie jest bardzo szeroka i obejmuje maszyny wytrzymałościowe do badania kompozytów GGX-V, akcesoria do przygotowywania próbek, analizatory podczerwieni FT-IR wraz z bibliotekami widm, spektrometry EDX do badania składu elementarnego i fazowego próbek, a także rentgenowskie spektrometry fotoelektronów do badania powierzchni kompozytów.



Fot. 19. Małgorzata Zalewska
(Foto: Targi Kraków)

Badania materiałów kompozytowych w procesie certyfikacji statków powietrznych omówiła Małgorzata Zalewska, kierownik Laboratorium Badań Kompozytów w Centrum Technologii Kompozytowych należącego do Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Lotnictwa w Warszawie). Centrum zajmuje się badaniem surowców, półproduktów i produktów w obszarze wytwarzania i stosowania kompozytów wykorzystywanych w lotnictwie. Zakres jego działalności obejmuje projektowanie, wytwarzanie, kontrolę jakości i naprawy materiałów kompozytowych oraz szkolenia kadr niezbędnych do prowadze-

nia tej działalności. Prelegentka podała przykłady prowadzonych kompleksowych badań różnych materiałów kompozytowych.



Fot. 20. Prof. Łukasz Pieczonka
(Foto: Targi Kraków)

System diagnostyczny do obrazowania uszkodzeń w konstrukcjach cienkościennych z wykorzystaniem ultradźwiękowych fal prowadzonych był tematem wykładu dr. hab. inż. Łukasza Pieczonki, prof. AGH, zastępcy kierownika Katedry Robotyki i Mechatroniki na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH w Krakowie. Prelegent przedstawił założenia akustyki nieliniowej stosowanej w badaniach nieniszczących cienkościennych materiałów konstrukcyjnych z wykorzystaniem obrazowania pełnego pola propagacji ultradźwiękowych fal prowadzonych (fale lambda). Zamiast przetwornika piezoelektrycznego można stosować tu skanujący wibrator laserowy. Załamanie czoła fali wskazuje na obecność wody w strukturze. Analiza trójwymiarowego pola falowego pozwala na lokalizację i zwymiarowanie uszkodzenia (fluktuacja liczby falowej). Przykładem badanego obiektu był klejony panel aluminiowy oraz cienkościenny kompozyt na osnowie polimerowej wzmacniany włóknem węglowym.



Fot. 21. Piotr Goździcki
(Foto: Targi Kraków)

Ostatni referat w tym bloku przedstawił Piotr Goździcki z NDT-NET Sp. z o.o., który mówił o badaniach materiałów kompozytowych przy użyciu systemu obrazowania ultradźwiękowego dolphicam2. Spółka jest dystrybutorem rozwiązań z zakresu badań nieniszczących, w szczególności badań wizualnych, radiografii analogowej i cyfrowej oraz badań ultradźwiękowych. Prelegent przedstawił przykłady zastosowań oferowanych technik do badania kompozytów wzmacnianych włóknami węglowymi i szklanymi.



Fot. 22. Prof. dr hab. inż. Anna Boczkowska
(Foto: Targi Kraków)

Opiekunem czwartego bloku pt. „Infuzja jako metoda wytwarzania kompozytów wielkogabarytowych” była prof. dr hab. inż. Anna Boczkowska z Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej, wiceprzewodnicząca Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych, członek Sekcji Materiałów Niemetalowych w Komitecie Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN, członek Rady Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych, a wykład wprowadzający do tego bloku wygłosił mgr inż. Rafał Stanik z Technische Universität Dresden, Institute of Lightweight Engineering and Polymer Technology. Tematem wykładu były „Wyzwania w przetwórstwie układów snap-cure przez infuzję”. Szybko utwardzalne



Fot. 23. Mgr inż. Rafał Stanik
(Foto: Targi Kraków)

lekkie kompozyty formowane są przez infuzję próżniową VARI (vacuum-assisted resin infusion), stanowiącą formę metody RTM (resin transfer method). W trakcie infuzji zachodzi utwardzanie żywicy, następują lokalne przegrzania i zwiększa się lepkość żywicy, w związku z czym bardzo ważna jest porowatość tkaniny. Prelegent przedstawił także symulacje procesu formowania preform.



Fot. 24. Mgr inż. Kamil Dydek
(Foto: Targi Kraków)

Mgr inż. Kamil Dydek z Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej wystąpił z referatem pt. „Termoplastyczna żywica akrylowa do infuzji jako alternatywa dla żywic termo- i chemoutwardzalnych”. Na przykładzie żywicy termoreaktywnej Elium (Arkema) wykazał zalety żywic akrylowych w produkcji łopatek do turbin wiatrowych oraz burt i pokładów jachtów. Wzmacniane włóknami węglowymi kompozyty oparte na żywicy akrylowej pod względem wytrzymałościowym nie ustępują kompozytom opartym na żywicy epoksydowej, a ich zaletą jest to, że mogą być łatwo poddawane recyklingowi. Żywice te mogą być modyfikowane związkami krzemorganicznymi.



Fot. 25. Maciej Knuth
(Foto: Targi Kraków)

Maciej Knuth z firmy Milar Sp. z o.o. należącej do niemieckiej grupy Biesterfeld, wiodącego dystrybutora produktów chemicznych w Europie, przedstawił materiały stosowane do produkcji wielkogabarytowych elementów kompozytowych metodą infuzji. Oferta firmy obejmuje nie tylko materiały do produkcji kompozytów (maty szklane, tkaniny szklane plecione i szyte, matotkaniny szklane, tkaniny do RTM, tkaniny węglowe i aramidowe oraz hybrydy), ale również tworzywa narzędziowe (na modele, formy, prototypy), materiały dla elektroniki, elektrotechniki i energetyki, kleje, smary, rozdzielacze, gumy silikonowe, mieszanki gumowe i dodatki do gum oraz materiały do budownictwa. Oferta obejmuje rowingi, prepregi, materiały przekładkowe (lekkie rdzenie), żywice, żelkoty, rozdzielacze i środki polerskie.



Fot. 26. Radosław Romanowski
(Foto: Targi Kraków)

Radosław Romanowski, prezes zarządu firmy Roma Sp. z o.o., wygłosił referat nt. kompozytowych elementów konstrukcyjnych w technologii infuzji, w którym przedstawił działalność swojej firmy, produkującej kompozyty polimerowo-włókniste na bazie żywic poliestrowych, wi-



Fot. 27. Katarzyna Gościńska (z lewej) i Barbara Pluciennik w studio Konferencji (Foto: Targi Kraków)

nyloestrowych i epoksydowych, zbrojonych włóknami szklanymi, aramidowymi i węglowymi. W ofercie firmy znajdują się wielkogabarytowe wyroby dla branż budowlanych, ratownictwa, przemysłu spożywczego i stoczniowego oraz elementy *automotive*. Firma stosuje zarówno tradycyjne, jak i innowacyjne (podciśnieniowe) technologie produkcji. Posiada nie tylko urządzenia potrzebne do produkcji kompozytów, ale również

żelkociarki, urządzenia do wtrysku żywicy, pompy próżniowe oraz pistolety do nakładania żywicy z włóknem ciętym.

W konferencji wzięły czynny udział 572 osoby, a zarejestrowały się na nią 742 osoby, co świadczy o tym, że wzbudziła duże zainteresowanie.

Mgr Anna Skurzewska, Warszawa

28. Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna ANTYKOROZJA · Systemy - Materiały - Powłoki 25-27.04.2022, Ustroń, hotel Jawor



Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego, Oddział Gliwice, serdecznie zaprasza na kolejną, 28. Ogólnopolską Konferencję Naukowo-Techniczną ANTYKOROZJA 2022.

Referaty i postery konferencji (w formie publikacji) są recenzowane i publikowane w czasopiśmie „Ochrona przed Korozją”.

Podczas konferencji organizowany jest konkurs z nagrodami na najlepszy poster.

Przyznawana jest także nagroda za najlepiej wygłoszony referat w grupie młodych pracowników naukowych.

W dotychczasowych konferencjach licznie uczestniczyli przedstawiciele uznanych placówek naukowo-badawczych zajmujących się korozją, dużych i średnich zakładów przemysłowych oraz przedsiębiorstw produkcyjno-usługowych. Przedstawiali efekty swoich prac badawczych, zapoznawali się ze światowymi nowościami i osiągnięciami, z doświadczeniami i sukcesami w walce z korozją.

Organizatorzy dokładają wszelkich starań, aby tegoroczna konferencja była równie wartościowa i udana jak poprzednie i za-

praszają zainteresowane firmy do przedstawienia swoich ofert, nowych wyrobów i technologii, a uczestników zachęcają do skorzystania z wiedzy i doświadczeń referentów, koleżeńskiej dyskusji, oraz wyrażenia swoich opinii i spostrzeżeń.

Kluczowe zagadnienia Antykorozyji '2022:

- Materiały, powłoki, systemy i technologie,
- Elektrochemiczna ochrona przed korozją,
- Kierunki badań antykorozyjnych,
- Problemy korozyjne w budownictwie,
- Korozja mikrobiologiczna,
- Zabezpieczenie maszyn, urządzeń i środków transportu.

Termin konferencji: 25-27 kwietnia 2022 r.

Informacje: SITPChem Oddz. Gliwice tel. 664 42 351 i 664 421 349 oraz www.gliwice.sitpchem.org.pl

Zgłoszenia uczestnictwa do 04 kwietnia 2022 r.

Preparation, application and modification of magnetic nanoparticles

Otrzymywanie, zastosowanie oraz modyfikacje nanocząstek magnetycznych

MATEUSZ OKRZESIK
ARTUR PIĄTEK
ANNA DRABCZYK*

Katedra Inżynierii Materiałowej, Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki,
Politechnika Krakowska, al. Jana Pawła II 37, 31-864 Kraków
*e-mail: anna.drabczyk2@pk.edu.pl

The presented publication provides information on the fabrication, modification and application of magnetic nanoparticles. Nanoparticles, due to their large volume to surface area ratio and small size, exhibit different properties compared to other materials with larger sizes such as micrometers. In our work, we have presented several methods to produce magnetic nanoparticles (MnPS) such as co-precipitation method, inverted micelle method, method using *Kappaphycus alvarezii* seaweed extract or method using magnetotactic bacteria to produce magnetic nanoparticles. In the chapter describing methods for modifying these structures, we include information on coating nanoparticles with oleic acid and on the Langmuir-Blodgett method for forming films and nanoparticles on solid phase substrates. Magnetic nanoparticles are widely used in science, however, they play a special role in medicine, where due to their unique magnetic properties it is possible to use them for contrast in magnetic resonance imaging, magnetic hyperthermia treatment, tissue repair or drug delivery in a controlled manner to a specific location in the body.

Keywords: nanotechnology, nanomagnetism, magnetic nanoparticles

Prezentowano informacje na temat wytwarzania, modyfikacji oraz zastosowania nanocząstek magnetycznych (MnPS). Nanocząstki (nP) ze względu na duży stosunek objętości do powierzchni oraz małe wymiary wykazują odmienne właściwości w porównaniu z innymi materiałami o rozmiarach większych, np. mikrometrycznych. W pracy przedstawiono kilka metod wytwarzania MnPS, takich jak metoda współprecypitacji, metoda odwróconych miceli, metoda wykorzystująca ekstrakt z wodorostu *Kappaphycus alvarezii* czy metoda wykorzystująca bakterie magnetotaktyczne do produkcji nanocząstek magnetycznych. W rozdziale opisującym metody modyfikacji tychże struktur zawarto informacje na temat pokrywania nanocząstek kwasem oleinowym oraz o metodzie Langmuira i Blodgetta umożliwiającej formowanie filmów i nanocząstek na podłożach fazy stałej. Nanocząstki magnetyczne znajdują szerokie zastosowanie w nauce, ale szczególną rolę odgrywają w medycynie, gdzie dzięki unikalnym właściwościom magnetycznym możliwe jest ich wykorzystanie do kontrastowania w obrazowaniu za pomocą rezonansu magnetycznego, leczenia hipertermią magnetyczną, naprawy tkanek czy dostarczania leków w sposób kontrolowany do określonego miejsca w organizmie.

Słowa kluczowe: nanotechnologia, nanomagnetyzm, nanocząstki magnetyczne

1. WSTĘP

Termin „nanotechnologia” został wprowadzony do środowiska naukowego przez profesora Norio Taniguchiego, ale pierwszym, który przebadał te cząstki był Richard P. Feynman. Nanocząstkami (nP) nazywamy materiały, których przynajmniej jeden wymiar znajduje się w skali nano, co oznacza, że jest mniejszy niż 100 nm. Dzieli się one na cztery typy: 0D, 1D, 2D oraz 3D [1]. Strukturę nanocząstek można podzielić na trzy powłoki: powierzchnię, która może zostać sfunkcjonalizowana, skorupę chemicznie różniącą się od rdzenia oraz rdzeń. Ze względu na swoje rozmiary, morfologię oraz właściwości chemiczne nP zostały podzielone na podgrupy: nanocząstki bazujące na węglu, metaliczne, polimerowe, półprzewodnikowe czy lipidowe [2].

Sposoby otrzymywania nP opierają się na dwóch głównych podejściach, zwanych *top-down* oraz *bottom-up*, które w późniejszych etapach rozgałęziają się na kolejne podgrupy metod otrzymywania nanocząstek [2].

Podejście *top-down* polega na rozdrabnianiu większych materiałów w celu otrzymania mniejszych jednostek, z których

w późniejszych etapach otrzymywane są nanocząstki. Typowymi metodami podejścia *top-down* są mielenie, metoda fizycznego osadzania z fazy gazowej (PVD) lub chemicznego osadzania z fazy gazowej (CVD) [2].

Podejście *bottom-up*, będące przeciwieństwem podejścia *top-down*, bazuje na wytwarzaniu nanocząstek z prostszych elementów poprzez ich syntezę. Przykładowymi metodami dla tego podejścia są metody zol-żel, wirowanie lub metody biochemiczne [2].

Badania nad nanocząstkami magnetycznymi dowiodły, że gdy ich rozmiar mieści się w granicach 10–20 nm, wykazują one lepsze właściwości magnetyczne niż nanocząstki, których rozmiar znajduje się poza granicami wymienionego przedziału. Warto jednak zauważyć, że właściwości magnetyczne nanocząstek zależne są od metody, jaką zostały otrzymane [2, 3].

Materiały magnetyczne zmniejszane do rozmiarów nanocząstek magnetycznych (MnPS) zyskują nowe właściwości, ponieważ stają się monodomenami. W przypadku, kiedy temperatura jest dość niska, a na nanocząstki nie oddziałuje żadne zewnętrzne pole magnetyczne, dipole ustawiają się przypadkowo,

a magnetyzacja materiału nie występuje. Jednakże pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego dipole ustawiają się równolegle względem linii zewnętrznego pola magnetycznego, wzmacniając je. Zjawisko to nazywane jest superparamagnetyzmem ze względu na wielkość dipoli [4].

Ważnym aspektem dotyczącym nanocząstek magnetycznych jest możliwość manipulacji ich właściwościami poprzez specjalne rozmieszczanie nanocząstek w przestrzeni oraz wytwarzanie hybrydowych układów w połączeniu z substancjami o odmiennych właściwościach. Dzięki dużej powierzchni właściwej nanocząstki można łączyć z innymi materiałami [5].

W artykule przedstawiono i opisano metody otrzymywania nanocząstek magnetycznych, możliwe metody ich modyfikacji oraz zastosowanie w różnych dziedzinach nauki.

2. WYTWARZANIE

2.1. WSPÓŁSTRĄCANIE JONÓW Fe^{2+} I Fe^{3+} W ŚRODOWISKU ZASADOWYM

W 1981 r. Rene Massart otrzymał nanocząstki magnetyczne metodą współstrącania jonów Fe^{2+} oraz Fe^{3+} . Znając punkt izoelektryczny magnetytu, odkrył on metodę peptyzacji Fe_3O_4 w kwasach i zasadach. W celu uzyskania magnetytu należy sporządzić roztwory chlorku żelaza(II) (0 mL, 1M) oraz chlorku żelaza(III) (10 mL, 2M, w HCl 2M) w roztworze amoniaku (500 mL, 0,7 M). Galaretowaty osad należy odwirować lub przeprowadzić dekantację w celu wyizolowania go z roztworu, bez przemywania wodą (H_2O). W przypadku potraktowania roztworu solą zasadową, poprzez peptyzację osadu wodnym roztworem wodorotlenku tetrametyloamonu otrzymuje się alkaliczny ferrofluid. Sól magnetyczna może jednak zostać otrzymana tylko i wyłącznie w przypadku, kiedy stosunek $Fe(III)$ do $Fe(II)$ jest większy niż 2. Stabilność soli w środowisku zasadowym, którego pH jest większe niż 9, może zostać zaburzona poprzez fluktuacje spowodowane wysoko naładowanymi kationami. Aby temu zapobiec, do roztworu, w którym znajduje się związek wytrącający dodaje się wodorotlenek tetrametyloamonu w celu przekonwertowania wysoko naładowanego jonu. Prowadzi to do stabilizacji roztworu oraz późniejszego wytworzenia magnetytu.

Otrzymane nanocząstki w procesie współstrącania jonów żelaza Fe^{2+} oraz Fe^{3+} miały rozmiar ok. 12 nm, jednak zaobserwowano, że rozmiar nanocząstek magnetytu maleje w zależności od tego, czy rośnie pH roztworu lub stosunek jonów żelaza(III) do jonów żelaza(II) [6].

2.2. METODA ODWRÓCONYCH MICELI

Metoda odwróconych miceli bazuje na emulsji H_2O w oleju. Dla pewnych procesów fizyko-chemicznych odwrócone micelle zachowują się jak nanoreaktory. Poprzez inwersję typowego surfaktanta otrzymuje się roztwór odwróconych miceli.

Aby uzyskać magnetyt, do roztworu oleju zostaje dodany do-decylobenzenosulfonian będący surfaktantem, tworząc nieprze-zroczysty roztwór. Mieszając roztwór, działamy na niego bardzo

intensywnymi falami ultradźwiękowymi w procesie sonifikacji, otrzymując homogeniczną emulsję. Roztwór alkoholowy (etanol) w stosunku molowym 1:2 chlorku żelaza(III) do azotku żelaza(II) zostaje dodany do emulsji, czemu towarzyszy energiczne mieszanie. Po 12 h faza odwróconych miceli zostaje ustabilizowana. W warunkach beztlenowych, mających zapobiec utlenianiu żelaza, roztwór zostaje stopniowo podgrzany do $90^{\circ}C$. Po podgrzaniu do roztworu zostaje dodany czynnik silnie redukujący (hydrazyna), prowadzący do zmiany koloru roztworu na czarny. Podgrzewanie mieszaniny i wirowanie w etanolu umożliwiają odzyskanie MnPS. Dwuwymiarowe macierze samoorganizują się z nanocząstek łatwo rozpraszających się w rozpuszczalnikach organicznych [7].

2.3. METODA HYDROTHERMALNA WSPOMAGANA PROMIENIOWANIEM MIKROFALOWYM

Naukowcy z Huazhong Agricultural University oraz University of Connecticut przeprowadzili syntezę nanocząstek tlenku żelaza(III), opierającą się na metodzie hydrotermalnej wspomaganej promieniowaniem mikrofalowym. W tym celu sporządzili mieszaninę 10 mL 0,1 mol/L azotanu żelaza(III) i wodnego roztworu mocznika 0,5 mol/L w 20-mL reaktorze, po czym został on szczelnie zamknięty. Aparatura została wyposażona w mieszadło magnetyczne, a sama reakcja została przeprowadzona w synteza torze mikrofalowym zaprogramowanym tak, aby osiągnąć temp. $120^{\circ}C$. Po ukończeniu procesu, otrzymane produkty kilkakrotnie przemyto wodą destylowaną w celu pozbycia się potencjalnych i niechcianych zanieczyszczeń [8].

2.4. METODA SONOCHEMICZNEGO UTLENIANIA SOLI ŻELAZA

Vijayakumar i współpr. [9] przeprowadzili eksperyment, w którym poddali cząstki octanu żelaza(II) znajdujące się w wodzie podwójnie destylowanej napromieniowaniu ultradźwiękami o wartości 20 kHz, w temp. $25^{\circ}C$ oraz pod ciśnieniem 1,5 atm argonu przez 3 h. Produkt przemyto odtlenioną, podwójnie destylowaną wodą, a następnie powtórzono proces przemywania za pomocą suchego pentanu w inercjalnej komorze rękawicowej. Ostatnim krokiem było osuszenie produktu w próżni. Stosując tę metodę, naukowcy otrzymali nanocząstki magnetytu o wielkości 10 nm.

2.5. OTRZYMYWANIE NANOCZĄSTEK MAGNETYTU ZA POMOCĄ EKSTRAKTU Z WODOROSTÓW

W 2016 r. grupie naukowców udało się opracować prostą, szybką oraz przyjazną dla środowiska metodę otrzymywania nanocząstek magnetytu za pomocą ekstraktu z wodorostu *Kappaphycus alvarezii*. W celu uzyskania ekstraktu, przemyli wodorosty wodą destylowaną, aby pozbyć się zanieczyszczeń i pozostawili je na 24 h w wodzie demineralizowanej w celu wyzbycia się żółtawego koloru. Kolejnym krokiem było wysuszenie wodorostów na słońcu, rozdrobnienie ich, a finalnie zblendowanie. Cały ten

proces pozwala na otrzymanie wysuszonego, drobno zmielnego wodorostu, który można przechowywać latami bez utraty właściwości. Aby sporządzić ekstrakt potrzebny do wykonania tej metody, 0,5 g wysuszonego wodorostu należy zostawić na 24 h w demineralizowanej wodzie. W kolejnym kroku do ekstraktu trzeba dodać roztwór jonów Fe^{2+} oraz Fe^{3+} w stosunku molowym 2:1, otrzymując koloidalny roztwór. Następnie do koloidalnego roztworu powoli dodaje się 1 M roztwór wodorotlenku sodu (NaOH) w celu uzyskania roztworu o $\text{pH} = 11$. Po dodaniu NaOH roztwór miesza się przez 1 h w celu otrzymania homogenicznej mieszaniny. Za pomocą magnesu nanocząstki magnetytu należy odseparować z roztworu, a następnie kilkakrotnie przemyć je wodą demineralizowaną. W ostatnim kroku nanocząstki magnetytu suszy się w piecu w temp. 70°C przez 24 h. Metoda otrzymywania nanocząstek magnetytu za pomocą ekstraktu z wodorostu pozwala zsyntetyzować sferyczne nanocząstki o średnim rozmiarze 14,7 nm [10].

2.6. METODA PRZEPŁYWOWO-NASTRZYKOWA

Synteza przepływowo-nastrzykowa (FIS) w porównaniu z metodą segmentowanego przepływu cylindrycznego reaktora, która jest odpowiednia w przypadku powolnych syntez MnPS o dużych rozmiarach rzędu 50–300 nm, posiada znaczącą przewagę dzięki warunkom przepływu laminarnego, wysokiej jednorodności mieszania czy chociażby umożliwieniu precyzyjnej kontroli zewnętrznej nad procesem. Naukowcy ze Szwedzkiego Royal Institute of Technology przeprowadzili syntezę MnPS za pomocą FIS. W tym celu zmieszano ze sobą dwa strumienie, strumień kwasowy zawierający jony żelaza $\text{Fe}^{2+}:\text{Fe}^{3+}$ o stosunku molowym 1:2, oraz drugi, zasadowy zawierający NaOH . Kolejnym krokiem było użycie strumienia segmentującego, w którym cieczą rozdzielającą był 0,2 M NaCl , który został wybrany ze względu na podobną gęstość do gęstości roztworu zawierającego jony żelaza. Synteza przebiegała w temp. 80°C . Uzyskane MnPS przeniesiono do naczynia separacyjnego. Pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego wygenerowanego przez magnes zebrano zsyntezowane MnPS. Następnie otrzymane nanocząstki magnetytu przepłukano wodą destylowaną w warunkach niepowodujących utleniania się żelaza. Ostatnim krokiem było osuszenie MnPS beztlenowo. Rozmiar nanocząstek otrzymanych za pomocą metody przepływowo-nastrzykowej wynosił 2–7 nm, średnio 3,3 nm [11].

2.7. SYNTEZA W MIKROEMULSJI WYKORZYSTUJĄCA SURFAKTANT ORGANICZNY

Elbadawi i współpr. [12] opracowali sposób wytwarzania nanocząstek ferrytowych MgFe_2O_4 za pomocą mokrej metody. Wykorzystali chlorek żelaza, chlorek magnezu o wysokiej czystości oraz kwas oleinowy będący surfaktantem. Pierwszym krokiem, jaki wykonali, było przygotowanie wodnych roztworów chlorku żelaza(III) oraz chlorku magnezu, a następnie powolne dodanie ich do roztworu wodorotlenku sodu mieszanego z

prędkością 3000 rpm. Otrzymany roztwór potraktowano kwasem oleinowym. Tak otrzymany koloid przez kilka godzin utrzymywano w wodnej kąpieli o temperaturze bliskiej temperaturze wrzenia. Chcąc uzyskać $\text{pH} = 7$, otrzymany proszek przepłukano kilka razy gorącą wodą demineralizowaną. Rozmiary nanocząstek ferrytowych otrzymanych powyższą metodą różniły się w zależności od metody obliczania ich wielkości. W przypadku kiedy rozmiar MnPS został obliczony równaniem Debye'a i Scherera ich rozmiar oscylował w granicach 12 nm. Jednakże naukowcy odpowiedzialni za przeprowadzenie syntezy stwierdzili, że zbadanie próbek skaningowym mikroskopem tunelowym (STM) jest bardziej odpowiednie ze względu na to, że równanie Debye'a i Scherera nie bierze pod uwagę odkształceń. Rozmiar ferrytowych nanocząstek MgFe_2O_4 określonych przy użyciu STM wynosił ~ 50 nm.

2.8. WYTWARZANIE NANOCZĄSTEK MAGNETYTU Z WYKORZYSTANIEM BAKTERII MAGNETOTAKTYCZNYCH

Bakterie magnetotaktyczne (MTB) zostały odkryte w 1975 r. przez mikrobiologa pochodzącego z USA Richarda Blakemore'a. MTB jest to specyficzna grupa bakterii. Ze względu na organelle zwane magnetosomami zawierającymi kryształy magnetycznych materiałów, bakterie te orientują się wzdłuż pola magnetycznego Ziemi (szacuje się, że już łańcuchy magnetosomów o długości 500–1000 nm pozwalają bakteriom na to). Magnetosomy wytwarzane przez bakterie magnetotaktyczne zbudowane są z dwóch różnych rodzajów minerałów ferromagnetycznych, greigitu oraz magnetytu [13].

Nanocząstki magnetyczne cieszą się coraz większym zainteresowaniem, co wpływa na ich zapotrzebowanie. Problematyczne jest jednak wytwarzanie MnPS o stałej domenie magnetycznej, przeprowadzając syntezę w temperaturze pokojowej. Ze względu na biomineralizację MTB przykuły uwagę naukowców jako możliwe rozwiązanie powyższego problemu. Jednakże masowa produkcja nanocząstek magnetycznych z wykorzystaniem bakterii magnetotaktycznych okazuje się niezwykle trudna z powodu problemów związanych z hodowlą MTB [13].

W przypadku nanocząstek wytwarzanych za pomocą bakterii magnetotaktycznych (MTB-nP) etap oczyszczania nie jest dużym problemem ze względu na prostotę w koncentracji i separacji MTB-nP. Jeśli pożądanym elementem są tylko rdzenie magnetyczne, traktuje się magnetosomy detergentem, pozbywając się powłoki lipidowej. Warto wspomnieć, że w przypadku kiedy MTB-nP nie zostaną pokryte nową powłoką, będą one tworzyć agregaty pod wpływem wzajemnego przyciągania magnetycznego.

MTB same w sobie wymagają kompleksowych warunków, takich jak stratyfikowane środowisko wodne będące trudnym do naśladowania w warunkach laboratoryjnych. Dodatkowo wpływ na wytwarzanie nanocząstek magnetycznych z wykorzystaniem MTB ma koncentracja tlenu. Zbyt małe lub zbyt duże stężenie może prowadzić do zatrzymania rozwoju bakterii magnetotak-

tycznych. W celu uzyskania odpowiedniej koncentracji tlenu wykorzystuje się systemy inkubacyjne wyposażone w specjalne detektory pozwalające monitorować i regulować poziom tlenu. Ze względu na skomplikowane i wymagające warunki hodowli tylko kilka szczepów MTB zostało skutecznie rozmnożonych w warunkach laboratoryjnych [14].

Najpopularniejszymi szczepami wykorzystywanymi w produkcji MTB-nP są AMB-1, MRS-1 oraz MC-1. Heyen oraz Schuler [15] przeprowadzili badania nad MTB mające określić optymalne warunki hodowli bakterii magnetotaktycznych. Wszystkie trzy szczepy umieścili w dwunaczyniowym fermentorze połączonym z sondą tlenową umożliwiającą monitorowanie zmian zachodzących w koncentracji tlenu, dodatkowo ją regulując. Aparatura została również wyposażona w urządzenia kontrolujące temperaturę oraz pH środowiska. Zauważyli oni, że zmiany w produkcji MTB-nP zachodziły, kiedy ciśnienie parcjale tlenu wynosiło mniej niż 20 mbar. Największą efektywność zauważyli oni przy minimalnej wartości, jaką mogli osiągnąć za pomocą swojej aparatury. Dla szczepu MSR-1 wyniosła ona 6,3 mg/L [15].

3. WYTWARZANIE

3.1. MODYFIKACJA NANOCZĄSTEK FERRYTOWYCH ZA POMOCĄ KWASU OLEINOWEGO

Ferrytowe nanocząstki należą do grupy nanocząstek wykazujących właściwości magnetyczne. Są one tlenkami metali posiadającymi strukturę spinelową. Jako spinele posiadają wzór ogólny XY_2O_4 , w którym miejsce X oraz Y symbolizuje kationy metali rozmieszczone w dwóch niejednakowych miejscach sieci krystalograficznej, gdzie X występuje w koordynacji tetraedrycznej, zaś kationy Y w lukach oktaedrycznych [15]. Wzór ogólny ferrytów możemy zapisać jako: $Z(II)Fe_2O_4$ lub $Z(II)Fe_2O_3$ (gdzie Z oznacza metal). Struktury o charakterze prostym posiadają dwa atomy żelaza znajdujące się na trzecim stopniu utlenienia oraz kation dwuwartościowy. Dodatkowo istnieje możliwość posiadania przez ferryty proste mieszaniny kationów dwudodatnich spełniających założenie $(Z_1 + Z_2)/Fe(III) = 1:2$. Powszechnie występujące ferryty posiadają w swojej strukturze jony: Co^{2+} , Sr^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} [16].

Charakterystyczne właściwości powierzchni nanocząstek ferrytowych przysparzają trudności w zawieszeniu ich w rozpuszczalnikach, takich jak np. acetonitryl, należących do grupy bezwodnych rozpuszczalników polarnych. Dodatkowo takie zawieszenie jest niemożliwe również w przypadku rozpuszczalników niepolarnych. Aby umożliwić zajście tego procesu, powierzchnię nanoferrytów należy poddać modyfikacji. Metoda, która służy do rozwiązania tego problemu, polega na wykorzystaniu kwasu oleinowego jako płaszcza dla ferrytowych nanocząstek. Łańcuchy węglowodorowe tego kwasu gwarantują rozpuszczalność cząsteczek w związkach węglowodorowych, równocześnie zapobiegając agregacji nanocząstek za pomocą stworzonej bariery sterycznej [17].

Alkaliczny ferrofluid, w którym znajduje się 200 mg ferrytów, posłużył badaczom jako próbka badawcza. Przygotowa-

ny ferrofluid rozcieńczono 20 mL H_2O oraz dodano 2 M HNO_3 (kwas azotowy(V)) do otrzymania pH = 2,2, stale mieszając. Aby nanocząstki skoagulowały, dodano 0,5 M NH_3 (amoniaku) do otrzymania pH 6,5–7,0. Otrzymany osad kilkakrotnie płukano H_2O w celu wspomagania procesu sedymentacji magnesem. Kolejnym krokiem było rozproszenie nanocząstek w 20 mL H_2O . Otrzymaną mieszaninę przelano do wkraplacza. Następnie do naczynia wiano 1 mL $C_{17}H_{33}COOH$ (kwas oleinowy) w 5 mL *n*-heksanu. Następnie otrzymaną mieszaninę wytrząsano przez 5 min. Gdy mieszanina odstała, powstała bezbarwną fazę wodną odrzucono. Aby usunąć nadmiar surfaktantu, górną fazę (fazę organiczną) ekstrahowano 10 mL mieszaniny CH_3OH (metanolu) oraz H_2O (proces przeprowadzamy dwukrotnie, w stosunku objętościowym metanolu i wody 3:1). W doświadczeniu można zauważyć, że otrzymana faza organiczna przybrała intensywny kolor brunatny, który jest odpowiedni dla ferrofluidu. Dzięki tej obserwacji można wyciągnąć wniosek, że nie nastąpiła agregacja nanocząstek. Kolejną częścią procesu było płukanie mieszaniny 10 mL amoniaku 0,1 M w *r-r* metalowo-wodnym, co skutkowało rozpuszczeniem niezwiązanego $C_{17}H_{33}COOH$ z wytworzeniem związków soli amonowej. Następnie w celu usunięcia NH_3 przeprowadzono proces ekstrakcji 10 mL CH_3OH i H_2O . Ubytki heksanu związane z przebiegiem procesu były uzupełniane rozpuszczalnikiem. Produktem końcowym modyfikacji nanocząstek był ferrofluid zabarwiony na intensywny brunatny kolor [18]. Powyższy proces opisuje powlekanie nanocząstek ferrytowych płaszczem kwasu oleinowego.

3.2. FILMY LANGMUIRA I BLOGETTA NANOCZĄSTEK MAGNETYCZNYCH

Metodą eksperymentalną pozwalającą badać nanocząstki magnetyczne na granicy faz gaz-ciecz, jak również umożliwiającą formowanie filmów i nanocząstek na podłożach fazy stałej jest metoda Langmuira i Blodgetta (LB). Największymi plusami tej metody są możliwość osadzania zorganizowanych filmów na szerokiej gamie podłoży stałych oraz możliwość pracy w warunkach standardowych. Za pomocą techniki LB możliwe jest tworzenie zorganizowanych filmów jednowarstwowych i wielowarstwowych za pomocą powlekanych monowarstw Langmuira na granicy gaz-ciecz, a następnie przenoszenie ich na podłoże stałych substratów za pomocą zanurzenia i podnoszenia substratu przez powierzchnię fazy ciekłej pokrytej monowarstwą. Technika ta jest wykorzystywana w licznych pracach związanych z wytwarzaniem nowych supermolekularnych zespołów funkcjonalnych oraz zorganizowanych warstw i filmów nanostrukturalnych [19–22]. Technikę LB wykorzystano do stworzenia filmów nanocząstek o właściwościach magnetycznych, takich jak np. macierze jednocząsteczkowych magnesów [23], ultracienkie warstwy tlenków żelaza [24], uporządkowane macierze dwuwymiarowe na podłożu ITO (*indium tin oxide*, In_2O_3/SnO_2), zawierających w surfaktancie nanocząstki magnetyczne [25]. Metoda Langmuira i Blogetta daje szeroki wachlarz

możliwości wykorzystania jej w modyfikacji powierzchni nanocząstek magnetycznych [26–28].

3.3. POWLEKANIE POWIERZCHNI MAGNETYCZNYCH NANOCZĄSTEK POLIMERAMI

Za pomocą techniki LB jesteśmy w stanie powlekać powierzchnię nanocząstek magnetycznych warstwą poli(*N*-alkilo metakryloamidu) na granicy fazy ciekło-gazowej. Badanie takie zostało przedstawione w artykule [29]. Nanocząstki tlenku żelaza, które są materiałem badawczym, otrzymano dzięki wysokotemperaturowej reakcji fazowo-roztworowej [30]. Pierwszym krokiem było zmieszanie w eterze fenyłowym (20 mmol) acetyloacetonianu żelaza(III) (2 mmol) ze związkami chemicznymi, takimi jak: heksadekano-1,2-diol (10 mmol), kwas oleinowy (6 mmol) oraz amina oleinowa (6 mmol) w atmosferze azotu (rys. 1) [31]. Otrzymaną mieszaninę ogrzewano w temp. 473,15 K przez 30 min, następnie zwilżając próbkę, ponownie przez 30 min. Po dodaniu etanolu do r-r reakcyjnego etanolu (w temperaturze pokojowej), otrzymano nanocząstki tlenku żelaza w postaci osadu o czarnym kolorze, łatwo rozpuszczalnego w rozpuszczalnikach organicznych (heksan, toluen).

W następnym kroku zainicjowano proces reakcji ATRP (polimeryzacja rodnikowa z przeniesieniem atomu) metakrylanu *N*-hydroksysukcynoimidu (SucMA) przeprowadzonej w dwuetapowej reakcji [31]. Inicjator ATRP, nanocząstki tlenku żelaza pokryte kwasem 2-bromoizomasłowym, otrzymano za pomocą reakcji wymiany ligandów pomiędzy kwasem oleinowym, nanocząstkami stabilizowanymi aminami oleinowymi oraz kwasem 2-bromoizomasłowym (rys. 2) [29].

Powstałe nanocząstki BrIBA (kwasu 2-metylo-2-bromo-izomasłowego) w liczbie 40 mg rozproszone w bezwodnym roztworze dimetylosulfotlenku z SucMA w ilości 0,7 g (3,8 mmol), CuBr w ilości 0,018 g (0,12 mmol) oraz z *N*-(*n*propylo)-2-pirydylometa-miną w ilości 34 μ L (0,23 mmol), w otoczeniu argonu w temp. 343,15 K przez 12 h (rys. 3) [29].

Nanocząstki nP-pSuCMA przekształcono do nP-p(alkilMA), poprzez dodanie odpowiedniej alkiloaminy (dwukrotnie), następnie tak otrzymany roztwór rozproszone w tetrahydrofuranie w ilości 40 mg/5 mL. Reakcję prowadzono w temp. 323,15 K przez 8 h (rys. 4) [29].

Po schłodzeniu do RT (temperatury pokojowej) rozpuszczalnik usunięto, a nP-p(alkilMA) oczyszczono dzięki wielokrotnemu wytrącaniu z roztworu toluenu, aż do nadmiaru metanolu, zawie-

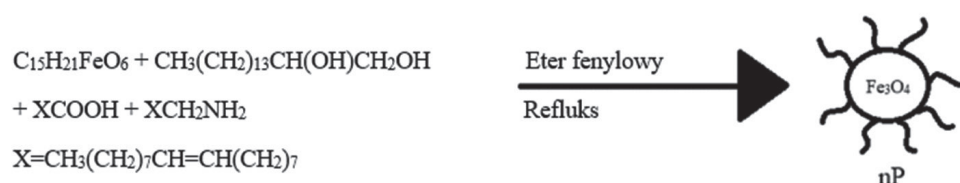


Fig. 1. Mixing iron(III) acetylacetonate in phenyl ether with hexadecane-1,2-diol, oleic acid and oleic amine under nitrogen atmosphere

Rys. 1. Zmieszanie w eterze fenyłowym acetyloacetonianu żelaza(III) z heksadekano-1,2-diolem, kwasem oleinowym oraz aminą oleinową pod atmosferą azotu

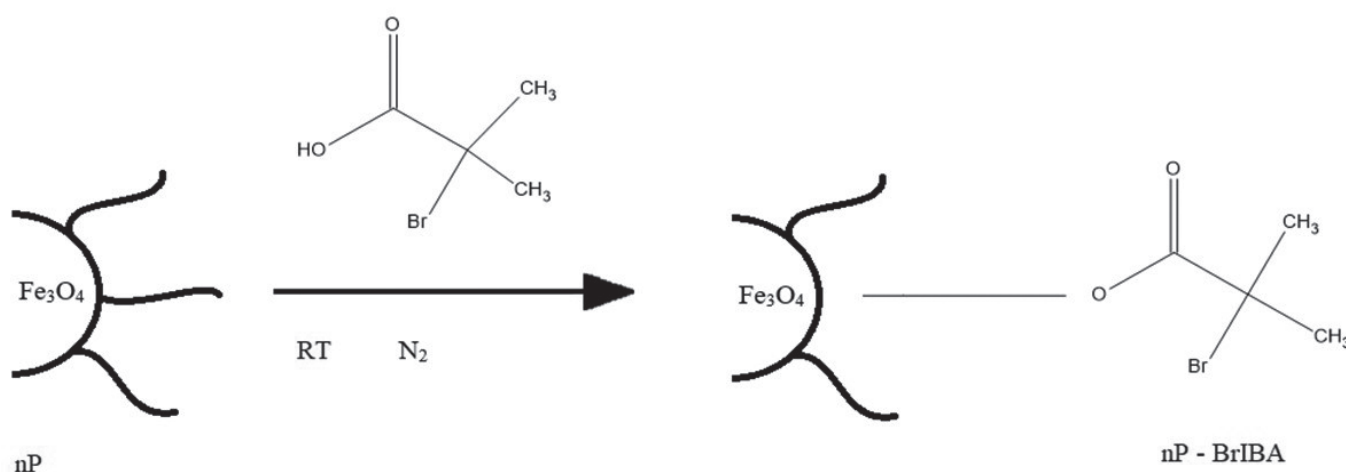


Fig. 2. Process of ligand reaction between iron oxide nanoparticles and 2-bromo-3-methylbutyric acid

Rys. 2. Proces reakcji wymiany ligandów między nanocząstkami tlenku żelaza a kwasem 2-bromoizomasłowym

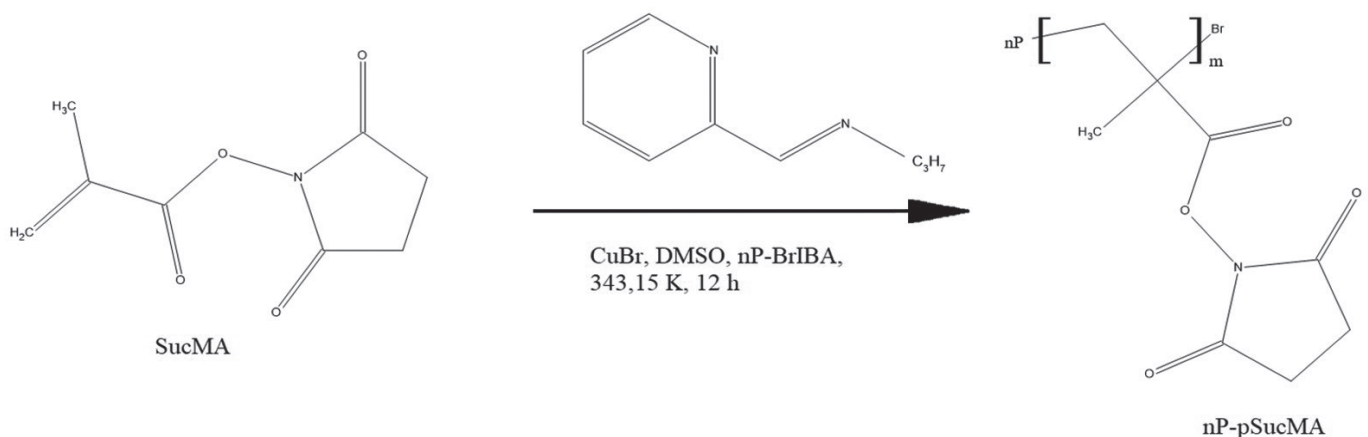


Fig. 3. Process of dispersing BrIBA nanoparticles in anhydrous dimethylsulfoxide, DMSO, SUCMA, CuBr and N-(npropyl)-2-pyridylmethanamine
Rys. 3. Proces rozproszenia nanocząstek BrIBA w bezwodnym dimetylosulfotlenku, DMSO, SUCMA, CuBr oraz N-(npropylo)-2-pirydylometanaminu



Fig. 4. Process of converting nP-pSucMA to nP-p(alkyl)MA
Rys. 4. Proces reakcji przekształcenia nP-pSucMA do nP-p(alkil)MA

rającego w sobie 2-proc. kwas cytrynowy (masowo). Oderwanie powłoki polimerowej od nP Fe_3O_4 przeprowadzono przez zmieszanie w wodnym roztworze HCl o stężeniu 35% rozproszonego toulenu w objętości 2 mg/mL oraz nP-p(alkil)MA. Aby oderwać polimerową powłokę od tlenku żelaza, otrzymaną mieszaninę mieszano w RT przez 8 h.

Wynikiem badań było otrzymanie nanocząstek tlenku żelaza opłaszczonych polimerem p(alkil)MA o różnej długości łańcucha alkilowego. W wyniku dalszych badań w artykule [29] udowodniono, że monowarstwy złożone z nanocząstek nP-p(alkil)MA mogą być przenoszone na materiały stałe, takie jak podłoże krzemowe lub szklane. Badane magnetyczne nanocząstki polimerowe wykazują zachowania supermagnetyczne w RT dzięki nanometrycznej skali Fe_3O_4 [29].

4. ZASTOSOWANIE

4.1. ZASTOSOWANIE MAGNETYCZNYCH NANOCZĄSTEK W MEDYCYNIE

Nanocząstki magnetyczne znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach nauki, jednak szczególną rolę odgrywają w nanomedycynie. Dzięki unikalnym właściwościom magnetycznym (superparamagnetyzm, dodatkowa anizotropia, duże pole nasycenia) mogą być manipulowane przez zewnętrzne pole magnetyczne. Dodatkowo posiadają zdolność koniugacji z różnymi jednostkami biologicznymi oraz lekami. Należą do nich ligandy, białka, polimery biokompatybilne oraz leki.

W biomedycynie nanocząstki magnetyczne używane są do kontrastowania w obrazowaniu za pomocą rezonansu magnetycznego [32–34], leczenia hipertermią magnetyczną [35], kontrolowanego dostarczania leków za pomocą pola magnetycznego [36, 37] oraz naprawy tkanek [38]. Ponadto nanocząstki magnetyczne przez swój mały rozmiar nie mają tendencji do

wynaczyniania się z naczynek oraz wykazują właściwości kumulacji w miejscach patologicznych, takich jak np. guzy, przez efekt retencji (EPR) [39].

4.2. DETEKCJA KWASU NUKLEINOWEGO ZA POMOCĄ NANOCZĄSTEK MAGNETYCZNYCH

Detekcja kwasu nukleinowego w przypadku chorób nowotworowych pozwala określić podatność genetyczną ludzi na obciążenia związane z nowotworami. Dodatkowo detekcja umożliwia poprawne stwierdzenie rokowań w trakcie przebiegu choroby [40]. Wykrywanie kwasów nukleinowych odbywało się do tej pory za pomocą metody PCR, czyli łańcuchowej reakcji polimerazy. Jest to jednak metoda czasochłonna i wymagająca dużego nakładu pracy. Nowatorskim podejściem w tym zakresie jest wykorzystanie nanocząstek magnetycznych. Ze względu na swoje właściwości magnetyczne nP wykazują duże możliwości szybkiego wiązania się z substancjami detekcyjnymi, posiadają duży stosunek powierzchni do objętości oraz mogą wykonywać kontrolowaną magnetycznie dyspersję i agregację. Dzięki tym cechom separacja, prekoncentracja i oczyszczanie kwasów nukleinowych mogą odbywać się w prosty sposób. MnPS posiadają dobrą dyspergowalność, co przekłada się na możliwość wiązania biomolekuł. Agregacja i dyspersja MnPS mogą przebiegać w sposób kontrolowany, a wiązania z biomolekułami mogą być odwracalne. Bioaktywne adsorbenty i inne ligandy przyłączone do nanocząstek mogą łączyć się i rozdzielać z określonymi biomolekułami (enzymami, białkami, DNA) dzięki działaniu zewnętrznego pola magnetycznego. Magnetyczne nanocząstki są stosowane w biosensorach w celu zwiększenia czułości detekcji kwasów nukleinowych [41–43].

5. PODSUMOWANIE

W pracy skupiono się na przedstawieniu metod syntezy nanocząstek magnetycznych, modyfikacjach MnPS oraz ich zastosowaniach w medycynie. Warto zauważyć, że nanocząstki, mimo że wszystkie mieszczą się w skali nano, różnią się od siebie rozmiarami zależnie od metody syntezy, jaką zostały wytworzone. Dzięki swoim małym rozmiarom (w porównaniu ze stosunkowo dużym polem powierzchni) znajdują one zastosowanie w wielu dziedzinach nauki. Warto jednak zaznaczyć, że nadal prowadzone są badania nad negatywnymi skutkami i właściwościami nanocząstek, takimi jak ich potencjalna cytotoksyczność.

PODZIĘKOWANIA

Artykuł przygotowano w ramach pracy na rzecz Koła Naukowego Materiałów Funkcjonalnych SMART-MAT 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] Tiwari J.N., Tiwari R.N., Kim K.S.: Zero-dimensional, one-dimensional, two-dimensional and three-dimensional nanostructured materials for advanced electrochemical energy devices. *Progress in Material Science* 57 (2012) 724–803.
- [2] Khan I., Saeed K., Khan I.: Nanoparticles. Properties, applications and toxicities. *Arabian Journal of Chemistry* 12 (2019) 908–931.
- [3] Reiss G., Hütten A.: Magnetic nanoparticles. Applications beyond data storage. *Nature Materials* 4 (2005) 725–726.
- [4] Stoner E.C., Wohlfarth E.P.: A mechanism of magnetic hysteresis in heterogeneous alloys. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 240 (1948) 599–642.
- [5] Caruso F.: Nanoengineering of particle surfaces. *Advanced Materials* 13 (2001) 11–22.
- [6] Massart R.: Preparation of aqueous magnetic liquids in alkaline and acidic media. *IEEE Transactions on Magnetics* 17 (1981) 1247–1248.
- [7] Blaney L.M.: Magnetite (Fe_3O_4). Properties, Synthesis, and Applications 15 (2007) 44–47.
- [8] Qiu G., Huang H., Genuino H., Opembe N., Stafford L., Dharmaratha S., Suib S.L.: Microwave-assisted hydrothermal synthesis of nanosized $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ for catalysts and adsorbents. *The Journal of Physical Chemistry C* 115 (2011) 19626–19631.
- [9] Vijayakumar R., Koltypin Y., Felner I., Gedanken A.: Sonochemical synthesis and characterization of pure nanometer-sized Fe_3O_4 particles. *Materials Science and Engineering A* 286 (2000) 101–105.
- [10] Yew Y.P., Shameli K., Miyake M.: Green synthesis of magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles using seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract. *Nanoscale Res. Lett.* 11 (2016) 276.
- [11] Salazar-Alvarez G., Muhammed M., Zagorodni A.A.: Novel flow injection synthesis of iron oxide nanoparticles with narrow size distribution. *Chemical Engineering Science* 61 (2006) 4625–4633.
- [12] Omer M.I., Elbadawi A.A., Yassin O.A.: Synthesis and structural properties of MgFe_2O_4 ferrite nanoparticles. *Journal of Applied and Industrial Sciences* 1 (2013) 28–31.
- [13] Sawłowicz Z.: Bakterie magnetotaktyczne i ich minerały. *Przegląd Geologiczny* 64 (2016) 328–37.
- [14] Xie J., Chen K., Chen X.: Production, modification and bio-applications of magnetic nanoparticles generated by magnetotactic bacteria. *Nano Research* 2 (2009) 261–278.
- [15] Heyen U., Schüler D.: Growth and magnetosome formation by microaerophilic *Magnetospirillum* strains in an oxygen-controlled fermentor. *Applied Microbiology and Biotechnology* 61 (2003) 536–44.
- [16] Kefeni K.K., Msagati T.A.M., Mamba B.B.: Ferrite nanoparticles. Synthesis, characterisation and applications in electronic device. *Materials Science and Engineering B* 215 (2017) 37–55.
- [17] Zienkiewicz J.: *Materiałoznawstwo*, Wydawnictwa Naukowo Techniczne (1969) 169–175.
- [18] Van Ewijk G.A., Vroege G.J., Philipse A.P.: Convenient preparation methods for magnetic colloids. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 201 (1999) 31–33.
- [19] Majewski P.: Synteza, sortowanie i chemiczne modyfikacje powierzchni magnetycznych ferrytowych nanocząsteczek. *Praca magisterska* (2007) 53–55.
- [20] Gubin S.P.: *Magnetic nanoparticles*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim (2009) 117–130.

- [21] Gaines G.L.: Insoluble monolayers at liquid-gas interfaces, Interscience Publishers (1966).
- [22] Roberts G.G.: Langmuir-Blodgett films, Plenum, NY (1990).
- [23] Khomutov G.B.: Advances in Colloid and Interface Science 111 (2004) 79.
- [24] Talham D.R.: Conducting and magnetic Langmuir-Blodgett films. Chemical Reviews 104 (2004) 5479–5502.
- [25] Brugger A., Schoppmann C., Schurr M., Seidl M., Sipos G., Hahn C.Y., Hassmann J., Waldmann O., Voit H.: Thin Solid Films 338 (1999).
- [26] Bagkar N., Ganguly R., Choudhury S., Hassan P.A., Sawant S., Yakhmi J.V., Mater. J. Journal of Materials Chemistry 14 (2004) 1430.
- [27] Mamedov A., Ostrander J., Aliev F., Kotov N.A.: Langmuir 16 (2000) 3941.
- [28] Brown J.J., Porter J.A., Daghlia C.P., Gibson U.J.: Langmuir 17 (2001) 7966.
- [29] Sinani V.A., Koktysh D.S., Yun B.G., Matts R.L., Pappas T.C., Motamedi M., Thomas S.N., Kotov N.A.: Nano Letters 3 (2003) 1177.
- [30] Parvin S., Matsui J., Sato E., Miyashita T.: Side-chain effect on Langmuir and Langmuir-Blodgett film properties of poly(*N*-alkyl-methacrylamide)-coated magnetic nanoparticle. Journal of Colloid and Interface Science 313 (2007) 128–134.
- [31] Sun S.H., Zeng H., Robinson D.B., Raoux S., Rice P.M., Wang S.X., Li G.X., Am J.: Journal of the American Chemical Society 126 (2004) 273.
- [32] Parvin S., Sato E., Matsui J., Miyashita T.: Polymer Journal 38 (2006) 1283.
- [33] Bellin M.F.: European Journal of Radiology 60 (2006) 314–323.
- [34] Burtea C., Laurent S.: Handbook of experimental pharmacology (2008) 135–165.
- [35] Strijkers G.J., Mulder W.J.: Anti-cancer agents. Journal of Medical Chemistry 7 (2007) 291–305.
- [36] Johannsen M., Gneveckow U.: International Journal of Hyperthermia 21 (2005) 637–647.
- [37] Sun C., Lee J.S.H.: Advanced Drug Delivery Reviews 60 (2008) 1252–1265.
- [38] Veisheh O., Gunn J.W.: Advanced Drug Delivery Reviews 62 (2010) 284–304.
- [39] Tran N., Webster T.J.: WIREs Nanomedicine and Nanobiotechnology 1 (2009) 336–351.
- [40] Tang C., He Z., Liu H.: Application of magnetic nanoparticles in nucleic acid detection. Journal of Nanobiotechnology 18 (2020) 62.
- [41] Bernard V., Kim D.U., San Lucas F.A., Castillo J., Allenson K., Mulu F.C.: Circulating nucleic acids are associated with outcomes of patients with pancreatic cancer. Gastroenterology 156 (2019) 108–118.
- [42] Chen H., Wu Y., Fang Y., Liao P., Zhao K., Deng Y.: Integrated and automated, sample-into result-out, system for nanotechnology-based detection of infectious pathogens. Nanoscience and Nanotechnology Letters 10 (2018) 1423–1428.
- [43] Tang S., Gu Y., Lu H., Dong H., Zhang K., Dai W.: Highly-sensitive microRNA detection based on bio-bar-code assay and catalytic hairpin assembly two-stage amplification. Analytica Chimica Acta 1004 (2018) 1–9.



Warszawski Dom Technika

Klimatyczne wnętrza w samym sercu Warszawy







Nie ma na co czekać,
rezerwuj już teraz!

Warszawski Dom Technika
Tadeusza Czackiego 3/5, 00-043 Warszawa

WYNAJEM SAL
tel. 729 052 512

WYNAJEM POWIERZCHNI BIUROWEJ
tel. 729 052 516

6 klimatyzowanych, w pełni wyposażonych sal mogących pomieścić od 15 do 400 osób. Doświadczony zespół pomoże, doradzi, zorganizuje, każde wydarzenie w reżimie sanitarnym.

www.wdtnot.pl




Application of hydrogel materials in 21st century medicine

Zastosowanie materiałów hydrożelowych w medycynie XXI wieku

MATEUSZ MYŚLIWIEC, MAGDALENA GŁĄB*

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

Twenty first century is very promising in terms of broad scientific, technological and industrial development. This has allowed the strengthening of already existing technologies as well as the creation and application of new innovations, such as polymeric materials in medicine. The paper will briefly present the application of the previously mentioned polymeric materials, especially in the form of hydrogel in the present century, in medicine. Also, the paper will be a review of the literature treating the use of hydrogels, their possibilities and ways of implementation in a wide field of medicine: orthopaedics, surgery, ophthalmology, as carriers of drugs or dressings. The already introduced technologies or processes and what are the further perspectives of the development of given applications are discussed.

Keywords: hydrogels, drug delivery systems, hydrogel dressings, 3rd generation dressings, polymeric superabsorbents

Dwudziesty pierwszy wiek jest bardzo perspektywiczny, jeśli chodzi o szeroko pojęty rozwój nauki, technologii oraz przemysłu. Pozwoliło to na wzmocnienie już istniejących technologii, jak również utworzenie i zastosowanie nowych innowacji, jakimi są materiały polimerowe w medycynie. W artykule krótko przedstawiono zastosowanie w medycynie materiałów polimerowych, szczególnie hydrożeli. Praca jest przeglądem literatury traktującym o wykorzystaniu hydrożeli, ich możliwości oraz sposobach ich wdrożenia w szeroki dział medycyny, tj. ortopedii, chirurgii, okulistyki, oraz mających zastosowanie jako nośnik leków czy opatrunków. Omówiono wprowadzone już technologie, procesy syntezy oraz dalsze perspektywy rozwoju danych zastosowań.

Słowa kluczowe: hydrożele, nośniki leków, opatrunki hydrożelowe, opatrunki III generacji, superabsorbenty polimerowe

1. WPROWADZENIE

Hydrożele nazywamy trójwymiarowymi sieciami polimerów, które mogą absorbować i zatrzymywać duże ilości wody. W 1960 r. Wichterle i Lim [1] zaprezentowali pierwszy materiał hydrożelowy. Był to biokompatybilny hydrożel z polihydroksyetylometakrylanu (HEMA), wykorzystywany do syntezy materiałów mających ciągły kontakt z ludzkimi tkankami, np. do otrzymywania soczewek kontaktowych. Inaczej hydrożel możemy nazwać materiałem polimerowym zdolnym do pęcznienia i zatrzymywania wody w swojej strukturze, nie powodując przy tym jej rozpuszczenia [2]. Dzięki swoim właściwościom przez ostatnie lata materiały hydrożelowe cieszą się ogromnym zainteresowaniem. To wszystko przez możliwości, jakie dają hydrożele, m.in. łatwość w sterowaniu właściwościami, a także proste procesy przygotowania. Hydrożele stanowią kluczową część w wielu technologiach oraz procesach biomedycznych i inżynierskich. W dużej mierze wykorzystuje się je w systemach dostarczania leków czy jako nośniki leków, w związku z możliwościami gromadzenia dużych ilości wody, dzięki czemu cząsteczki różnych związków mogą wnikać do wnętrza czy dyfundować na zewnątrz ich struktury. Poza przemysłem medycznym materiały hydrożelowe

znajdują zastosowanie w miękkiej robotyce, różnego rodzaju siłownikach, czujnikach oraz zaworach, reagując na zmianę otoczenia lub składu materiału, do którego go aplikowano [3–6]. Warto także wspomnieć o używaniu hydrożeli jako magazynów wody dla różnego rodzaju upraw czy roślin stosowanych w rolnictwie [7]. Hydrożele charakteryzują się zmianą charakteru chemicznego przy wyższych temperaturach, dzięki tej właściwości są stosowane jako filtry wodne usuwające zanieczyszczenia [8]. W przemyśle żywnościowym planuje się wykorzystanie hydrożeli jako materiałów do różnego rodzaju opakowań dla żywności, których celem jest długoterminowe przechowywanie przy jednoczesnym zachowaniu odpowiednich warunków higienicznych oraz dużej trwałości opakowania [2].

Właściwości hydrożeli można scharakteryzować w pięciu cechach: (i) fizycznych (np. stabilność termiczna, porowatość, współczynnik pęcznienia, degradowalność), (ii) mechanicznych (np. wytrzymałość na rozciąganie czy ściskanie, moduł Younga, ciągliwość), (iii) biologicznych, (iv) reologicznych (np. moduł sprężystości, lepkość) i (v) chemicznych (np. skład chemiczny) [9].

Proces kształtowania hydrożeli polega na sieciowaniu łańcuchów polimerowych, czyli żelowaniu. Proces ten można podzielić na procesy chemiczne i fizyczne. Hydrożele pochodzące

z żelowania chemicznego charakteryzują się dużą odpornością termiczną i chemiczną, tworzą się poprzez powstawanie w jej sieci trwałych wiązań kowalencyjnych [10]. Zachodzą poprzez rodnikową polimeryzację monomerów, reakcje kondensacji (np. przy użyciu *N*-(3-dimetyloaminopropyl)-*N*-etylokarbodiimidu, EDC), sieciowanie monomerów za pomocą promieniowania o dużej energii oraz wykorzystanie aktywności preparatów enzymatycznych. Hydrożele powstałe poprzez żelowanie fizyczne tworzą przestrzenną strukturę, w której łańcuchy polimeru połączone wiązaniami wodorowymi oraz zachodzą między nimi oddziaływania hydrofobowe i elektrostatyczne. Procesami fizycznymi, które są używane do tworzenia hydrożeli są krystalizacja (np. z poli(alkoholu winylowego)), gdzie na właściwości otrzymanych hydrożeli wpływa temperatura, stężenie, masa cząsteczkowa polimeru oraz czas i liczba cykli zamrażania [11], lub oddziaływanie jonowe zespołów polielektrolitowych, gdzie znaczenie ma siła jonowa, postać grup funkcyjnych polimerów oraz jego ilość [12, 13].

Materiały hydrożelowe dzielimy także na konwencjonalne i wrażliwe. Hydrożele konwencjonalne są zbudowane z niejonowych, swobodnie ze sobą połączonych polimerów. Hydrożele wrażliwe, jak sama nazwa wskazuje, są podatne na różnego rodzaju zmiany fizyczne: temperaturę, pH czy światło. Znajdują zastosowanie do kapsułkowania leków, celem ich ochrony przed kwaśnym odczynem żołądka [14].

2. MATERIAŁY HYDROŻELOWE W SZTUCZNYCH STAWACH

Ze względu na podobieństwo struktury hydrożeli do ludzkich tkanek zaczęto je stosować do rekonstrukcji niektórych stawów (chrząstek) czy rdzeni kręgowych. Jednym z przykładów hydrożeli jest poli(alkohol winylowy) (PVA) utworzony w wyniku hydrolizy poli(octanu winylu). Jego właściwości zależą głównie od struktury wyjściowej poli(octanu winylu) oraz stopnia hydrolizy i warunków, w których została przeprowadzona [15]. Nie działają na nierozcieńczone kwasy i mocne zasady oraz roztwory powszechnych detergentów [15]. Bardzo dobrze rozpuszczają się w wodzie, ze względu na strukturę materiału, która w większości składa się z wody. Hydrożele na bazie PVA nie są zbyt wytrzymałe mechanicznie w przypadku sieciowania chemicznego, aby poprawić tę właściwość stosuje się metody sieciowania fizycznego, wskutek czego powstają kriożele. Wytwarza się je poprzez wielokrotne zamrażanie, topnienie oraz dehydratację w próżni. Po takim procesie otrzymujemy materiał, w którym moduł elastyczności jest bliski naturalnej chrząstce ludzkiej. Kriożele na bazie PVA są obiektem badań do wytworzenia sztucznych stawów, również ze względu na wysoką kompatybilność z krwią, doskonałą przezroczystość, odporność na obciążenia oraz zdolność do wymiany/dyfuzji płynów wewnątrzustrojowych [16].

Materiały PVA biorą także udział w tworzeniu specjalnych dysków międzykręgowych. Dzięki badaniom przeprowadzonym na układzie nerwowym kręgosłupa wiadomo, że aksony neuronów posiadają zdolności do samoregeneracji. Jedyne czego

potrzeba aksonom, to materiał, który mógłby pozwolić na samodzielną regenerację. Kriożele jako macierze zewnątrzkomórkowe pozwoliłyby na regenerację aksonów w punkcie, gdzie nastąpił ubytek rdzenia kręgowego i na odbudowę osłonki mielinowej [17].

3. OPATRUNKI HYDROŻELOWE

Skóra czy naskórek są narażone na różne czynniki zewnętrzne. Na wskutek urazu następuje przerwanie ciągłości skóry, jej błon śluzowych i głębokich tkanek. Proces gojenia trwa do 3 tygodni i można go podzielić na cztery fazy: fazę zapalną, granulacji, epitelizacji oraz remodelowania blizny [18]. Istnieje dużo czynników wpływających na tempo gojenia się ran, takich jak wiek, odporność, choroby trwające lub już przebyte, zaburzenia hormonalne oraz wielkość i umiejscowienie rany. Jednak najbardziej istotnym czynnikiem szybkości procesu gojenia jest ilość dostarczanego do rany tlenu [19].

Tradycyjne opatrunki generują suche środowisko, wchłaniając wysięk w obrębie rany. Opatrunki hydrożelowe przez utrzymywanie stałe wilgoci powodują dwukrotnie szybszy proces gojenia się rany. Przenikanie wody z hydrożelu do rany wspomaga proces gojenia przez rozpuszczenie martwych tkanek. Materiały takie są nietoksyczne, niealergizujące, tanie w produkcji, bardzo elastyczne, wysoce biokompatybilne i niwelują bolesność leczenia oraz przeciwdziałają powstawaniu blizn przerostowych. W zależności od stopnia absorpcji znajdują zastosowanie w ranach trudno gojących, słabo i średnio sączących, mniej w przypadku ran mocno sączących [20]. Dodatkowo w przypadku oparzeń woda obecna w opatrunkach zapewnia efekt chłodzenia. Zapewnia także ciągłe oczyszczanie rany z zanieczyszczeń pochodzących z makrocząstek. Pochłonięty wysięk w prosty sposób wchodzi w miejsce parującej z opatrunku wody dzięki niebezpośredniemu przywieraniu opatrunku do rany, co pozwala na zachowanie żelowej konsystencji oraz zapobiega pozostawianiu trudnych do usunięcia fragmentów [14]. Wspomaga także powstawanie bariery ochronnej dzięki swojej trójwymiarowej strukturze, zapobiegając wtórnemu zakażeniu.

Opatrunki z wykorzystaniem materiałów hydrożelowych są podawane w dwóch formach: miękkiego żelu w tubce oraz płytek żelowych w jednorazowych aplikatorach. Żel wciera się na powierzchnię rany lub do jej wnętrza, w zależności od rodzaju rany, jej wielkości oraz głębokości. Po wykonaniu aplikacji na ranie z wypełnionym hydrożelem trzeba umieścić okład wtórny, aby zapobiec wysychaniu hydrożelu. W czasie procesu gojenia wysięk jest pochłaniany przez żel, zwiększając przy tym jego lepkość, dlatego kompres należy wymieniać co kilka dni, w szczególności w przypadku ran mocno sączących, gdzie częściej pojawia się nieprzyjemny zapach. Zmiana opatrunku odbywa się poprzez przepłukanie rany solą fizjologiczną lub roztworem Ringera, czyli roztworem zawierającym chlorki potasu, wapnia i sodu [21]. Przykładem polimeru stosowanego do opatrunków hydrożelowych jest PEO, hydrożel na bazie poli(tlenku etylenu) posiadający obszerną historię w zastosowaniach biomedycznych [22].

W przypadku płytek żelowych aplikacja jest zdecydowanie łatwiejsza, ponieważ zwykle nie trzeba stosować opatrunku wtórnego, należy wyłącznie pamiętać, aby okład całkowicie obejmował ranę. Opatrunki są przezroczyste, dzięki czemu można śledzić proces gojenia się rany bez jego zdejmowania. Ten typ opatrunku możemy stosować do każdego rodzaju rany, z wyjątkiem ran zakaźnych [21].

4. HYDROŻELE W OKULISTYCE

Najważniejszą cechą hydrożelu w przypadku leczenia schorzeń wzroku jest jego zdolność gromadzenia wody, dzięki czemu materiał wraz z leczniczym preparatem może dłużej pozostać na powierzchni oka, co powoduje dłuższy czas działania wody i substancji aktywnych w niej zawartych, co zwiększa skuteczność terapii [23].

Niesamowitym zjawiskiem jest praca hydrożelu skoordynowana z ruchem powiek. Sieć ulega zagęszczeniu przy zamykaniu powiek, uwalniając potrzebne cząsteczki wody, natomiast przy otwarciu rozpręża się, dzięki czemu do wnętrza sieci żelowej ponownie dyfunduje woda. Można to porównać do zaciskania i rozprężania gąbki. Hydrożel może aż 7-krotnie dłużej utrzymać się na powierzchni oka oraz stanowić znakomity magazyn wilgoci. Dodatkowo poprzez dołączenie kwasu fusydowego (AF), który działa antybakteryjnie, do hydrożelu, możemy zaoszczędzić dużą ilość preparatu, ponieważ wykazano, że stężenie AF po ok. 13 h od momentu podania nie wykazuje zmiany stężenia hamującego (MIC) dla większości szczepów bakterii, po dostarczeniu do oczodołu jednej jednostki preparatu [24].

Hydrożele są niezwykle przydatne w przypadku leczenia zespołu suchego oka. W tym przypadku stosuje się sztuczne łzy, czyli hydrożele, na powierzchni których tworzy się filmy wodne, które nawilżają powierzchnię gałki ocznej. Występują w formie kropli, tworząc powierzchnię nawilżającą w postaci żelu w miejscu podania. Trwają badania nad udoskonaleniem formy oraz składu sztucznych łez, tak aby ich właściwości były jak najbardziej zbliżone do płynu łzowego. Lepkość sieci żelowej ma duże znaczenie w przypadku tego rodzaju terapii, ponieważ przy podwyższonej lepkości rzędu 20–100 cP stwierdzono, że u większości pacjentów nie wykazano negatywnych efektów działania żelu. Ich lepkość zależy także od temperatury, jak i od tzw. naprężenia ścinającego wytwarzanego przez mrugnięcie oczami. Karbomery (kwasy poliakrylowe), jak również kwas hialuronowy i jego sole o właściwościach mukoadhezyjnych spełniają powyższe wymagania dotyczące lepkości [25].

Za pomocą maleinianutymololu oraz innych substancji leczniczych wprowadzonych do hydrożeli zbadano prędkość uwalniania za pomocą techniki *in vitro* na kilku rodzajach podłoża: lipofilowych, emulsyjnych, hydrofilowych na bazie poli(glikolu etylenowego) oraz karbomeru. Wyniki tych testów wykazały, że najlepszym wyborem są materiały hydrożelowe na bazie podłoża lipofilowego oraz emulsyjnego, ze względu na dominujący efekt terapeutyczny [26].

Ponadto materiały hydrożelowe znajdują zastosowanie w wytwarzaniu soczewek kontaktowych, dzięki wspomnianej wcześniej zdolności do pochłaniania wody. Dodatkowo są materiałami mogącymi przybierać postać miękką i elastyczną, która łatwo dopasowuje się do kształtu oka. W tradycyjnych soczewkach tlen jest pobierany przez rogówkę z otoczenia, natomiast przy zastosowaniu hydrożelowych soczewek za transport tlenu do oka odpowiada warstwa wodna materiału hydrożelowego [27]. Dzięki usieciowanej budowie materiału hydrożelowego, przez którą upodabnia się on do żywych tkanek, soczewka kontaktowa stykająca się z rogówką oka współpracuje z tkankami na powierzchni oka oraz nie jest dla nich toksyczna. Jednakże wadami dotyczącymi hydrożelowych soczewek jest ich skłonność do odkształceń i niewielka wytrzymałość [28].

5. HYDROŻELE JAKO NOŚNIKI DOSTARCZANIA LEKÓW DO ZWALCZANIA NOWOTWORÓW

Przy ciągłym wzroście liczby przypadków zachorowań na raka oraz większej liczbie zgonów konieczne jest opracowanie nowych metod niszczenia komórek nowotworowych, niepowodujących uszkodzeń zdrowych komórek [29]. Wśród licznych rodzajów technik dostarczania leków, szczególną uwagę zwrócono na hydrożele oraz ich udoskonalanie [30]. Te materiały są okazją do opracowania nowych metod terapii przeciwnowotworowych [31]. Hydrożele w inkapsulowanych systemach transdermalnych są jednymi z lepszych wyborów do transportu leków przeciwnowotworowych [32].

Hydrożele posiadają wiele zalet, do których należą wysoka biodostępność i rozpuszczalność, selektywna dystrybucja tkankowa, wysoka stabilność, co przyczynia się do kontrolowanego uwalniania leku (rysunek) przy mniejszej ilości leku potrzebnej do podania. To wszystko przy ograniczeniu niepożądanych, antagonistycznych działań na zdrowych komórkach [33]. Obecnie istnieje wiele rodzajów hydrożeli o różnych właściwościach, jest

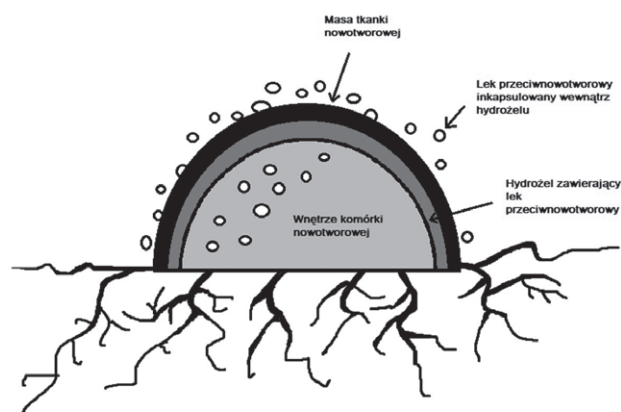


Figure. Hypothetical diagram illustrating the binding and drug release by hydrogels in specific cancer tissues

Rysunek. Hipotetyczny schemat ilustrujący wiązanie i uwalnianie leków przez hydrożele w komórkach nowotworowych

to spowodowane łatwością ich modyfikowania, kiedy kontrolujemy np. czas aplikacji czy szybkość degradacji [34]. Ze względu na to, że wytrzymałość hydrożeli zależy od wcześniej wymienionych właściwości, ważne jest dalsze ich badanie, aby odkryć idealne formuły o doskonałych właściwościach do leczenia nowotworów złośliwych.

Dodatkowo podjęto kroki do włączenia nanocząstek magnetycznych do hydrożelu, dążąc do lepszej skuteczności i biokompatybilności [30]. Pierwszym przykładem jest hydrożel na bazie alginianu zawierający nanocząstkę CoFe_2O_4 i usieciowany CaCl_2 , kontrolujący właściwości poprzez uwalnianie przy użyciu maleinianuchlorfryniny w roztworach buforowych o określonych pH (1,2 i 7,4) w temp. 37°C , gdzie większy profil uwalniania uzyskano przy pH obojętnym w porównaniu z pH kwaśnym. Może to być związane z protonacją i deprotonacją grup kwasu karboksylowego obecnych w materiale hydrożelowym [35].

Kolejnym przykładem jest hydrożel na bazie Fe_3O_4 i karageniny, usieciowany chitozanem. Wyniki prezentowały, że współczynnik uwalniania leku w hydrożelu z nanocząstkami magnetycznymi jest większy niż w niemodyfikowanych hydrożelach, co związane jest z wielkością porów oraz gęstością usieciowania. Zaobserwowano również, że lek wolniej uwalniał się w pH 5,3 (50% leku w 4 h), niż w pH 7,4 (68% leku w ciągu pierwszych 4 h).

Zsyntetyzowano termoreaktywne magnetyczne hydrożele z poli(N-izopropylakrylamidu) (PNIPAAm), karboksymetylochitozanu, używając glutaraldehydu jako środka sieciującego. Wyniki ilości leku w zależności od warunków przedstawiały, że uwalnianie w temperaturze wyższej niż temperatura krytyczna roztworu wynosiło 87% po 48 h, a w temperaturze poniżej temperatury krytycznej roztworu ok. 70%. Powodem takiego zjawiska jest obecność termoreaktywnego polimeru PNIPAAm [37]. Przedstawiono także ideę kontrolowanej biokatalizy w polu magnetycznym w systemie dostarczania leków. Proces wykonuje się przez kontakt pomiędzy dwoma jądrami nanocząstek magnetycznych, zwanych E i S. Przykładem cząsteczki E jest kwas poliakrylowy i akrylan eteru metylowego glikolu etylenowego wypełniony enzymem. Cząsteczką S jest nanocząstka obciążona substratem, a cały proces jest napędzany polem magnetycznym. Nanocząstki biokatalityczne wypełnione chlorowodorkiem doksorubicyny (DOX) po połączeniu uwalniały lek związany z substratem, a enzymy rozkładały substrat, wykazując w ten sposób wysoce selektywną zdolność biokatalityczną i kontrolowane uwalnianie leku, wykorzystując pole magnetyczne jako bodziec zewnętrzny [38].

Na podstawie przykładów możemy zauważyć, że ostatnio otrzymuje się hydrożele magnetyczne zdolne do kontrolowanego uwalniania leku w określonych miejscach, podatnych na zmianę temperatury oraz pH [39].

6. PODSUMOWANIE

Stosowanie materiałów hydrożelowych jest niezbędne do ciągłego rozwoju współczesnej medycyny. Badania z zakresu syntezy oraz rozwój technologii materiałów hydrożelowych przy-

czyniają się niewątpliwie do opracowania bardziej skutecznych technik leczenia. Korzystne właściwości hydrożeli można wykorzystać w konstruowaniu nowych rodzajów nośników substancji leczniczych, co pozwala uzyskać dłuższy proces uwalniania leku, przy jednoczesnej redukcji czasu potrzebnego do podania dawki leku, a dodatkowo pozwala ograniczyć wszelkie niepożądane efekty uboczne czy niedogodności związane z tradycyjnym aplikowaniem leków. Ponadto dzięki opatrunkom hydrożelowym procesy gojenia ran są szybsze, a w przyszłości być może będzie możliwe wytwarzanie z materiałów hydrożelowych sztucznych stawów, które będą mogły stać się substytutem naturalnych, uszkodzonych elementów ludzkiego ciała.

PODZIĘKOWANIA

Artykuł przygotowano w ramach pracy na rzecz Koła Naukowego Materiałów Funkcjonalnych SMART-MAT 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] Wichterle O., Lim D.: Hydrophilic gels for biological use. *Nature* 185 (1960) 117–118.
- [2] Ahmed E.: Hydrogels. Preparation, characterization and applications. A review. *Journal of Advanced Research* 6 (2) (2015) 105–121.
- [3] Chen Y., Wang W., Wu D., Nagao M., Hall D.G., Thundat T., Narain R.: Injectable self-healing zwitterionic hydrogels based on dynamic benzoxaborole-sugar interactions with tunable mechanical properties. *Biomacromolecules* 19 (2) (2018) 596–605.
- [4] Maulvi F.A., Lakdawala D.H., Shaikh A.A., Desai A.R., Choksi H.H., Vaidya R.J., Ranch K.M., Koli A.R., Vyas B.A., Shah D.O.: *In vitro* and *in vivo* evaluation of novel implantation technology in hydrogel contact lenses for controlled drug delivery. *Journal of Controlled Release* 226 (2016) 47–56.
- [5] Chen J., Peng Q., Thundat T., Zeng H.: Stretchable, injectable, and self-healing conductive hydrogel enabled by multiple hydrogen bonding toward wearable electronics. *Chemistry of Materials* 31 (12) (2019) 4553–4563.
- [6] Yuk H., Lin S., Ma C., Takaffoli M., Fang N.X., Zhao X.: Hydraulic hydrogel actuators and robots optically and sonically camouflaged in water. *Nat. Commun.* 8 (1) (2017) 14230.
- [7] Kazimierska-Drobny K.: Symulacja procesów chemo-mechanicznych w porowatych żelach i identyfikacja parametrów modelu. Praca doktorska. Instytut Mechaniki Środowiska i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz (2011).
- [8] Baranowski T.: Hydrożele w zieleni miejskiej. *Zielen Miejska* 3 (2006) 16–17.
- [9] Wang W., Narain R., Zeng H.: Polymer science and nanotechnology. Fundamentals and applications. Elsevier, University of Alberta, Canada (2020).
- [10] Hu X., Vatanikhah-Varnoosfaderani M., Zhou J., Li Q., Sheiko S.S.: Weak hydrogen bonding enables hard, strong, tough, and elastic hydrogels. *Advanced Materials* 27 (43) (2015) 6899–6905.
- [11] Mania S.: Otrzymywanie i charakterystyka funkcjonalnych biomateriałów ksero- i hydrożelowych na bazie chitozanu oraz ocena ich możliwości aplikacyjnych. Praca doktorska. Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa Akademia Morska w Gdyni, Gdynia (2017).
- [12] Gierszewska-Drużyńska M., Ostrowska-Czubenko J.: Synteza i właściwości membran hydrożelowych na podstawie chitozanu i alginianu sodu. *Polimery* 52 (2007) 517–523.

- [13] Ostrowska-Czubenko J., Pieróg M., Gierszewska M.: Modyfikacje chitozanu. Krótki przegląd. *Wiadomości Chemiczne* 70 (9) (2016) 657–679.
- [14] Pluta J., Karolewicz B.: Hydrożele. Właściwości i zastosowanie w technologii postaci leku. Możliwości zastosowania hydrożeli jako nośników substancji leczniczych. *Polimery w Medycynie* 34 (3) (2004) 63–81.
- [15] Hassan C.M., Ward J.H., Peppas N.A.: Modeling of crystal dissolution of poly(vinyl alcohol) gels produced by freezing/thawing processes. *Polymer* 41 (18) (2000) 6729–6739.
- [16] Gu Z.Q., Xiao J.M., Zhang X.H.: The development of artificial articular cartilage-PVA-hydrogel. *Bio-medical Materials and Engineering* 8 (2) (1998) 75–81.
- [17] Mincheva R., Manolova N., Sabov R., Kjurkchiev G., Rashkov I.: Hydrogels from chitosan crosslinked with poly(ethylene glycol) diacid as bone regeneration materials. *E-Polymers* 058 (1) (2004) 1–10.
- [18] Bryant R., Doughty D.: *Acute and chronic wounds: nursing management second edition*. Mosby, St. Louis (2000).
- [19] Guo S., Dipietro L.A.: Factors affecting wound healing. *Journal of Dental Research* 89 (3) (2010) 219–229.
- [20] Mrozowski T.: Opatrunki nowej generacji. *Ogólnopolski Przegląd Medyczny* 8 (2008) 51–59.
- [21] <http://www.biomedical.pl/zdrowie/opatrunki-hydrozelowe-1804.html>, dostęp 25 listopad 2021 r.
- [22] Savas H., Guven O.: Gelation, swelling and water vapor permeability behaviour of radiation synthesized poly(ethylene oxide) hydrogels. *Radiation Physics and Chemistry* 64 (2002) 35–40.
- [23] Willoughby C.E., Batterbury M., Kaye S.B.: Collagen corneal shields. *Survey of Ophthalmology* 47 (2) (2002) 174–182.
- [24] Sikora A., Leszczyńska-Bakal H.: Hydrożele – nowoczesne postaci leków oftalmicznych. *Farmacja Polska* 5 (2002) 214–218.
- [25] Vervoort L., Vinckier I., Moldenaers P., Van den Mooter G., Augustijns P., Kinget R.: Inulin hydrogels as carriers for colonic drug targeting. Rheological characterization of the hydrogel formation and the hydrogel network. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 88 (2) (1999) 209–214.
- [26] Kim S.H., Won C.Y., Chu C.C.: Synthesis and characterization of dextran-maleic acid-based hydrogel. *Journal of Biomedical Materials Research* 46 (2) (1999) 160–170.
- [27] Szlezyngier W., Brzozowski Z.K.: *Tworzywa sztuczne*, t. 3, FOSZE (2000).
- [28] Polaczek J., Dziki E., Pielichowski J.: *Polimery* 1 (2003) 61–65.
- [29] Junior C.R.F., De Moura M.R., Aouada F.A.: Synthesis and characterization of intercalated nanocomposites based on poly(methacrylic acid) hydrogel and nanoclay cloisite- Na^+ for possible application in agriculture. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 17 (8) (2017) 5878–5883.
- [30] Davoodi P., Lee L.Y., Xu Q., Sunil V., Sun Y., Soh S., Wang C.H.: Drug delivery systems for programmed and on-demand release. *Advanced Drug Delivery Reviews* 132 (2018) 104–138.
- [31] Qi N., Cai C., Zhang W., Niu Y., Yang J., Wang L., Tian B., Liu X., Lin X., Zhang Y., Zhang Y., He H., Chen K., Tang X.: Sustained delivery of cytarabine-loaded vesicular phospholipid gels for treatment of xenografted glioma. *International Journal of Pharmaceutics* 472 (1–2) (2014) 48–55.
- [32] Arai T., Benny O., Joki T., Menon L.G., Machluf M., Abe T., Carroll R., Black P.: Novel local drug delivery system using thermoreversible gel in combination with polymeric microspheres or liposomes. *Anti-cancer Research* 30 (4) (2010) 1057–1064.
- [33] Arai T., Joki T., Akiyama M., Agawa M., Mori Y., Yoshioka H., Abe T.: Novel drug delivery system using thermoreversible gelation polymer for malignant glioma. *Journal of Neuro-Oncology* 77 (1) (2006) 9–15.
- [34] Ozeki T., Hashizawa K., Kaneko D., Imai Y., Okada H.: Treatment of rat brain tumors using sustained-release of camptothecin from poly(lactic-co-glycolic acid) microspheres in a thermoreversible hydrogel. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* 58 (9) (2010) 1142–1147.
- [35] Amiri M., Salavati-Niasari M., Pardakhty A., Ahmadi M., Akbari A.: Caffeine. A novel green precursor for synthesis of magnetic CoFe_2O_4 nanoparticles and pH-sensitive magnetic alginate beads for drug delivery. *Materials Science and Engineering C* 76 (12) (2017) 1085–1093.
- [36] Mahdavinia G.R., Mosallanezhad A., Soleymani M., Sabzi M.: Magnetic- and pH-responsive k-carrageenan/chitosan complexes for controlled release of methotrexate anticancer drug. *International Journal of Biological Macromolecules* 97 (2017) 209–217.
- [37] Rodkate N., Rutnakornpituk M.: Multi-responsive magnetic microsphere of poly(N-isopropylacrylamide)/carboxymethyl chitosan hydrogel for drug-controlled release. *Carbohydrate Polymers* 151 (2016) 251–259.
- [38] Zakharchenko A., Guz N., Laradji A.M., Katz E., Minko S.: Magnetic field remotely controlled selective biocatalysis. *Nature Catalysis* 1 (1) (2018) 73–81.
- [39] Sadr S.H., Davaran S., Alizadeh E., Salehi R., Ramazani A.: PLA-based magnetic nanoparticles armed with thermo/pH responsive polymers for combination cancer chemotherapy. *Journal of Drug Delivery Science Technology* 45 (2018) 240–250.

przemysł chemiczny

www.przemchem.pl

Najstarsze, liczące ponad 100 lat,
polskie czasopismo chemiczne
notowane na liście filadelfijskiej,
adresowane do menadżerów,
inżynierów i technologów w przemyśle



- 12 wydań w roku
- Baza ponad 7300 publikacji naukowych
- Baza ponad 2650 publikacji jako open access z lat 2014–2021 dostępnych na Portalu Informacji Technicznej www.sigma-not.pl

Kontakt: tel.: 22 818 51 71, 22 818 72 86

Redakcja: przemyslchemiczny@sigma-not.pl

Prenumerata: prenumerata@sigma-not.pl

Reklama: reklama@sigma-not.pl

WYDAWNICTWO SIGMA-NOT

The use of hemp shiv as a replacement for the aggregate mixture in concrete mix for the production of precast concrete elements

Wykorzystanie paździerza konopnego jako zamiennika mieszanki kruszywowej w mieszance betonowej do produkcji prefabrykatów betonowych

MAREK HRYNIEWICZ^{1*} ORCID: 0000-0001-9926-699X; **KINGA BOREK¹** ORCID: 0000-0002-0171-7498; **KAMILA MAZUR¹** 0000-0001-9576-4019; **ANITA KONIECZNA¹** 0000-0001-8874-2399; **JAN MOTYKA¹**, **MATEUSZ RUTKOWSKI²**, **TOMASZ RUTKOWSKI²**, **MARIUSZ NAZARUK³**, **BŁAŻEJ KOPERSKI⁴**, **WIKTOR KOPERSKI⁴**, **MARIUSZ LUDWINIAK⁵**

¹Instytut Technologiczno-Przyrodniczy – Państwowy Instytut Badawczy, Falenty, al. Hrabstwa 3, 05-090 Raszyn

²F.H.U. "Igor", ul. Spokojna 15 lok. 14, 96-320 Mszczonów

³Cannabotanique Sp. z o.o., ul. Giełdowa 4E/59, 01-211 Warszawa

⁴PKL „Keramzyt” Sp. z o.o., ul. Warszawska 43, 96-320 Mszczonów

⁵ZPMB „Betrionika”, Zbiroża, ul. Żwirowa 1, 96-320 Mszczonów

*e-mail: m.hryniewicz@itp.edu.pl

Various measures are being introduced to reduce greenhouse gas emissions. Among others, reducing emissions by working on new materials. The paper describes laboratory tests involving the preparation of various concrete mixtures with the addition of hemp shive, which were formed into cubes and then seasoned and tested for strength. On this basis, the strength of concrete samples was verified depending on the amount of hemp shive added. The samples containing 20–40% hemp shive had the highest strength. The overall evaluation of the samples indicates that hemp shive may be a good and ecological raw material substitute in precast concrete products.

Keywords: hempcrete, hemp chaff, concrete mix, GHG emissions, GHG emission savings, composite

W celu zmniejszania emisji gazów szklarniowych prowadzone są różne działania mające na celu ograniczenie tego zjawiska, m.in. prace nad nowymi materiałami. W artykule zostały opisane próby laboratoryjne polegające na przygotowaniu różnych mieszanek betonowych z dodatkiem paździerza konopnego, które zostały uformowane do postaci kostek, a następnie wysezonowane i przetestowane pod względem wytrzymałości. Na ich podstawie została zweryfikowana wytrzymałość próbek betonowych w zależności od ilości dodanego paździerza konopnego. Największą wytrzymałość miały próbki zawierające paździerz w ilości 20–40%. Ogólna ocena prób wskazuje, że paździerz konopny może stanowić dobry i ekologiczny zamiennik surowcowy w prefabrykatkach betonowych.

Słowa kluczowe: beton konopny, paździerz konopny, mieszanka betonowa, emisje gazów szklarniowych, ograniczenie emisji gazów szklarniowych, kompozyt

1. WSTĘP

Wzrastające obawy związane z rosnącą emisją ditlenku węgla skłaniają do podejmowania na całym świecie wysiłków na rzecz zapobiegania katastrofalnym przejawom zmian klimatycznych i globalnego ocieplenia poprzez ograniczenie emisji gazów szklarniowych wszelkimi możliwymi sposobami [1, 2]. Działania te intensyfikują prace nad materiałami budowlanymi z betonu roślinnego, wykorzystującymi biomase, które oprócz niskiej energii i odnawialności mają dodatkowe zalety sekwestracji węgla. Beton konopny zawiera bardzo mało węgla i energii, co czyni go idealnym do zastosowań w budownictwie ekologicznym, niskoemisyjnym i niskoenergetycznym [3]. W wyniku

przerobu mechanicznego (dekortykacji) słomy konopnej możliwe jest uzyskanie włókna w ilości ok. 35% oraz paździerza w ilości ok. 65%. Następnie powstały paździerz może być przerobiony na materiały budowlane [1].

Celem wykonanych i przedstawionych w artykule prób laboratoryjnych było wstępne określenie przydatności paździerza konopnego jako zamiennika mieszanki kruszywowej (wypełniacza) w mieszance betonowej używanej do produkcji prefabrykatów betonowych. Dzięki wstępnemu przetestowaniu różnych proporcji i zbadaniu właściwości próbek możliwe będzie dobranie optymalnych parametrów i wybranie koncepcji zastosowania paździerza jako materiału budowlanego. Celem było również wstępne zdiagnozowanie możliwości wykorzystania paździerza w obecnie używanej linii produkcji prefabrykatów w Mszczonowie. Ważnym

elementem było też wstępne zdiagnozowanie procesu stabilizacji paździerza konopnego będącego materiałem organicznym przez wapno i cement.

Na podstawie przeprowadzonych prób i po przeanalizowaniu otrzymanych wyników będzie można pojąć decyzję o kontynuowaniu projektu, czyli przejściu ze skali laboratoryjnej do skali półtechnicznej, która będzie polegała na wykorzystaniu kilku m³ paździerza na linii prefabrykacji w Mszczonowie.

2. CZĘŚĆ BADAWCZA

2.1. MATERIAŁY

Do wykonania testów użyto pociętego paździerza konopnego o maks. średnicy ziarna 30 mm dostarczonego przez firmę Cannabotanique Sp. z o.o. Pozostałe surowce, takie jak: paździerz konopny, woda, wapno hydratyzowane, mieszanka kruszywowa (zawierająca 10% popiołów lotnych do betonów "ProAsh", 70% keramzytu frakcji 4–8 mm i 20% kruszywa naturalnego 0–2 mm), cement portlandzki CEM I 42,5N dostarczyła F.H.U. "Igor".

2.2. METODY

Próby laboratoryjne polegały na przygotowaniu różnych mieszanek betonowych z dodatkiem paździerza konopnego (*hempcrete*), zaformowaniu do postaci kostek, wysezonowaniu i przetestowaniu wytrzymałości powstałych prefabrykatów.

Do wykonania pomiarów użyto formy prostokątnej o wymiarach 15×15×15 cm (6 szt.), wiadra o obj. 10 L (2 szt.), wiertarki z mieszadłem do zaprawy, zagęszczarki ze stołem wibracyjnym, prasy zgniatającej P50, szufli, dozownika wody, kanistra o pojemności 10 L oraz ubijaka.

Próbki laboratoryjne wykonano na podstawie uprzednio nabytej wiedzy i doświadczeń odnośnie proporcji stosowanych mieszanek przez F.H.U. "Igor" do produkcji betonu keramzytobetonowego i różnych źródeł dotyczących stosowania i wykonywania mieszanek *hempcrete*. Proporcje mieszanek były dobierane objętościowo w przeliczeniu na kg.

Łącznie przygotowano 5 mieszanek, z których wykonano po dwa formowania. Po wysezonowaniu przeprowadzono 9 prób wytrzymałościowych. W tabeli przedstawiono skład mieszanek betonów użytych do badań.

Table. The tested mixtures composition
Tabela. Składy badanych mieszanek

Paździerz		Wapno, kg	Woda, kg	Cement, kg	Mieszanka keramzytowa, %
%	kg				
25	0,17	0,00	1,20	1,00	3,10
50	0,34	0,00	1,50	1,00	2,00
50	0,34	0,00	1,20	1,00	2,00
75	0,50	0,00	1,50	2,50	1,00
100	0,80	2,00	1,50	0,00	0,00

Źródło: Badania własne

2.3. WYNIKI BADAŃ

Na rysunku przedstawiono graficznie rezultaty wraz z dopasowaną linią trendu, równaniem linii trendu oraz współczynnikiem dopasowania R^2 . Wraz ze wzrostem zawartości paździerza, spadała wytrzymałość próbek betonowych. Zależność ta jest nieliniowa i jest opisana wielomianem drugiego stopnia.

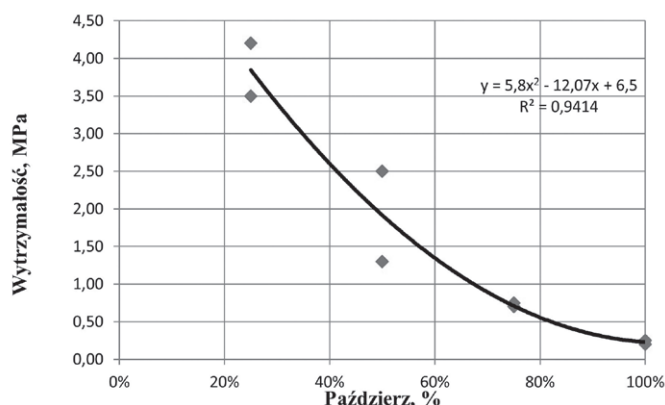


Figure. The samples strength dependence according to the hemp chaff
Rysunek. Zależność wytrzymałości próbek od zawartości paździerza konopnego

3. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych prób laboratoryjnych można wyciągnąć kilka podstawowych wniosków odnoszących się do samego surowca i możliwości komponowania proporcji w mieszankach, a także dotyczących przewidywanych właściwości fizycznych prefabrykatów oraz perspektyw zastosowania takich produktów.

Proporcje mieszanek dobierano na podstawie doświadczenia producenta prefabrykatów i powszechnie dostępnych informacji o zastosowaniu paździerza konopnego. Na podstawie wykonanych prób i wymagań, jakie są stawiane materiałom budowlanym, można przyjąć dwa typy zastosowania paździerza do produkcji materiałów budowlanych. Pierwszy to mieszanka, w której paździerz byłby stosowany jako dodatek w ilości do 25% mas., a powstający tak prefabrykat mógłby stanowić materiał konstrukcyjny, co umożliwiłoby szerokie zastosowanie i swobodne konkurencje z rynkowymi zastosowaniami prefabrykatów betonowych. Drugi to mieszanka standardowego betonu konopnego, której paździerz byłby stosowany jako jedyny wypełniacz stanowiący 35% mas. połączony z wapnem hydratyzowanym z dodatkiem wapna hydraulicznego, a powstający tak prefabrykat mógłby stanowić materiał wypełniający w konstrukcji szkieletowej ścian.

Właściwości wytrzymałościowe prefabrykatów zawierających paździerz konopny są mniejsze niż właściwości innych, klasycznych materiałów budowlanych. Niezbyt duży dodatek w mieszance pozwala zachować podstawowe parametry wytrzymałościowe nawet do 5 MPa, co pozwala na szerokie zastosowanie

w budownictwie. Przy większej ilości paździerza wytrzymałość na ściskanie znacząco spada i taki produkt można zastosować jako element wypełniający o niskiej nośności. Zauważono, że prefabrykaty konopne wymagają dłuższego czasu sezonowania niż prefabrykaty keramzytobetonowe w celu uzyskania pełnej wytrzymałości.

Należy przewidywać, że prefabrykaty z paździerza i z jego dodatkiem mogą mieć lepsze właściwości izolacyjności cieplnej. Współczynnik przewodzenia ciepła dla pierwotnego betonu konopnego może wynosić ok. $\lambda = 0,08 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, przez co spełnia on wszystkie obowiązujące normy z zapasem. Prefabrykaty z częściowym dodatkiem paździerza powinny mieć nieco lepszą izolacyjność niż mieszanki na bazie keramzytu. Powstający w każdym przypadku prefabrykat z pewnością będzie spełniał wszelkie normy niepalności i przeciwpożarowe.

Prefabrykaty konopne powinny posiadać dobre właściwości izolacyjności akustycznej, powodujące nieprzenikanie dźwięków przez przegrodę z prefabrykatów oraz charakteryzować się podwyższonymi parametrami pochłaniania dźwięku, powodując dobre tłumienie dźwięków wewnętrznych.

Mieszanki z paździerza charakteryzują się większą absorpcją wody na etapie produkcji i wymagają nieco dłuższego czasu suszenia. Prefabrykaty mogą posiadać zwiększony współczynnik nasiąkliwości niż prefabrykaty keramzytobetonowe, szczególnie te wykonane z samego paździerza.

Prefabrykaty z dodatkiem paździerza powinny posiadać dobre, bardzo zbliżone do keramzytobetonowych właściwości mrozoodporne, a także neutralność na czynniki chemiczne. Prefabrykaty z samego betonu konopnego mogą mieć większą podatność na czynniki chemiczne i atmosferyczne.

Prefabrykaty z większym dodatkiem paździerza konopnego mogą charakteryzować się większą podatnością na odkształcenia i wyprężania po okresie sezonowania.

Prefabrykaty, których podstawą jest paździerz konopny, bez wątplenia będą wnosili duży atut ekologiczny ze względu na naturalne, roślinne pochodzenie, niwelowanie CO_2 w czasie wzrostu, obniżanie obciążenia środowiska innymi materiałami wytwarzanymi sztucznie, co zmniejsza ilość odpadów, zmniejszanie śladu

węglowego oraz właściwościom pochłaniającym, wiążącym i niwelującym zanieczyszczania środowiskowe.

Na podstawie przeprowadzonych prób można wnioskować dwojaką perspektywę rozwoju projektu wykorzystywania paździerza w prefabrykacjach betonowych, które mogą również się uzupełniać. Pierwsza to koncepcja dodatku paździerza w mieszance keramzytobetonowej. W tym przypadku istnieje możliwość uzyskania zbliżonych parametrów do prefabrykatów keramzytobetonowych i na ich podstawie tworzenia konstrukcji szkieletowych, co umożliwi bezproblemowe wprowadzenie produkcji w obecnie stosowanych liniach produkcyjnych, szczególnie w Mszczonowie. Druga to koncepcja pierwotnej mieszanki paździerza z wapnem, która pozwoli na produkcję bloków stanowiących wypełnienie konstrukcji szkieletowych i nienośnych (ozdobnych). Produkcja taka może wymagać dostosowania istniejących linii produkcyjnych.

Podsumowując, paździerz konopny może stanowić dobry i ekologiczny zamiennik surowcowy w prefabrykacjach betonowych. Wstępne wyniki wskazują na pewne zakresy, w których możliwe jest zastosowanie paździerza w przemyśle prefabrykacji budowlanej. Następnym krokiem powinno być zwiększenie skali prób do półtechnicznej (co będzie się wiązało z poniesieniem pewnych kosztów surowców i pracy) poprzez wykorzystanie linii prefabrykacji w Mszczonowie, co da informację o realnych możliwościach, właściwościach i wydajności, jakie są możliwe do uzyskania na obecnie dostępnych urządzeniach.

LITERATURA

- [1] Jami T., Karade S.R., Singh L.P.: A review of the properties of hemp concrete for green building applications. *Journal of Cleaner Production* 239 (2019) 117852. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117852>.
- [2] Zandalinas S.I., Fritsch F.B., Mittler R.: Global warming, climate change, and environmental pollution. Recipe for a multifactorial stress combination disaster. *Trends in Plant Science* 26 (6) (2021) 588–599. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.02.011>
- [3] Wielgus K.: Uprawa konopi włókniстых i oleistych. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie (2020) 64.

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



Performance comparison of CdTe:Na, CdTe:As, and CdTe:P single crystals for solar cell applications

S. Kim, D. Kim, J. Hong, A. Elmughrabi, A. Melis, J.-Y. Yeom, Ch. Park, S. Cho

Materials 2022, **15**, nr 4, 1408, <https://doi.org/10.3390/ma15041408>

The authors compared thermal stability, open-circuit voltage, short-circuit current, and fill factor values of single-crystal cadmium telluride (CdTe) grown using the vertical Bridgman (VB) technique and doped with group V elements (phosphorus and arsenic), and group element (sodium), followed by an annealing process. The sodium-doped CdTe maintained a hole density of 10^{16} cm^{-3} or higher; after annealing for a long time, this decreased to 10^{15} cm^{-3} or less. The arsenic-doped CdTe maintained a hole density of approximately 10^{16} cm^{-3} even after the annealing process; however, its bulk minority carrier lifetime decreased by approximately 10%. The phosphorus-doped CdTe maintained its properties after the annealing process, ultimately achieving a hole density of $\sim 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ and a minority carrier lifetime of $\sim 40 \text{ ns}$. The characteristics of a single-crystal solar cell were evaluated using a solar cell device that contained single-crystal CdTe with various dopants. The sodium-doped sample exhibited poor interfacial properties, and its performance decreased rapidly during annealing. The samples doped with group V elements exhibited stable characteristics even during long-term annealing. We concluded, therefore, that group V elements dopants are more suitable for CdTe single-crystal-based solar cell applications involving thermal stress conditions, such as space missions or extreme fabrication temperature environments.

Effect of ageing on self-healing properties of asphalt concrete containing calcium alginate/attapulgit composite capsules

X. Yu, Q. Liu, P. Wan, J. Song, H. Wang, F. Zhao, Y. Wangand, J. Wu

Materials 2022, **15**, nr 4, 1414, <https://doi.org/10.3390/ma15041414>

Calcium alginate capsules within asphalt concrete can gradually release interior asphalt rejuvenator under cyclic loading to repair micro cracks and rejuvenate aged asphalt in-situ. However, asphalt pavement will become aged due to environmental and traffic factors during the service period. In view of this, this paper investigated the effect of ageing on the healing properties of asphalt concrete containing calcium alginate/attapulgit composite capsules under cyclic loading.

The capsules were fabricated using the orifice-bath method and the morphological structure, mechanical strength, thermal stability, oil release ratios and healing levels of capsules in fresh, short-term ageing and long-term ageing asphalt concrete were explored. The results indicated that the different ageing treatments would not damage the multi-chamber structure nor decrease the mechanical strength of capsules but would induce the capsules release oil prematurely. The premature oil released from capsules in turn can offset the ageing effect owing to ageing treatment. The short-term ageing and long-term ageing plain asphalt mixtures gained strength recovery ratios of 39.3% and 34.2% after 64,000 cycles of compression loading, while the strength recovery ratios of short-term ageing and long-term ageing asphalt mixtures containing capsules were 63.5% and 54.8%, respectively.

Electrospun chitosan functionalized with C12, C14 or C16 tails for blood-contacting medical devices

M. Dettin, M. Roso, G.M.L. Messina, G. Iucci, V. Peluso, T. Russo, A. Zamuner, M. Santi, S.M. Manani, M. Zanella, Ch. Battocchio, G. Marletta, M. Modesti, M. Rassu, M. De Caland, C. Ronco

Gels 2022, **8**, nr 2, 113, <https://doi.org/10.3390/gels8020113>

Medical applications stimulate the need for materials with broad potential. Chitosan, the partially deacetylated derivative of chitin, offers many interesting characteristics, such as biocompatibility and chemical derivatization possibility. In the present study, porous scaffolds composed of electrospun interwoven nanometric fibers are produced using chitosan or chitosan functionalized with aliphatic chains of twelve, fourteen or sixteen methylene groups. The scaffolds were thoroughly characterized by SEM and XPS. The length of the aliphatic tail influenced the physico-chemical and dynamic mechanical properties of the functionalized chitosan. The electrospun membranes revealed no interaction of Gram+ or Gram- bacteria, resulting in neither antibacterial nor bactericidal, but constitutively sterile. The electrospun scaffolds demonstrated the absence of cytotoxicity, inflammation response, and eryptosis. These results open the door to their application for blood purification devices, hemodialysis membranes, and vascular grafts.

Microstructure and mechanical properties of Ti-6Al-4V additively manufactured by electron beam melting with 3D part nesting and powder reuse influences

P. Wanjara, D. Backman, F. Sikan, J. Gholipour, R. Amos, P. Patnaikand, M. Brochu

J. Manuf. Mater. Process. 2022, **6**, nr 1, 21, <https://doi.org/10.3390/jmmp6010021>

To better support the transition to more industrial uses of additive manufacturing, the study examined the use of an Arcam Q20+ industrial 3D printer for producing heavily nested Ti-6Al-4V parts with both in-specification (IS) and out of specification (OS) oxygen content in reused grade 5 powder chemistries. Both the OS and IS powder chemistries were evaluated to understand their impact on build integrity and on static and fatigue performance. The results from our evaluations showed that controlling the bed preheat temperature in the Q20+ to relatively low values (326–556°C) was effective in limiting microstructural coarsening during the long build time and enabled adequate/balanced performance vis à vis the tensile strength and ductility. Overall, the tensile properties of the IS Ti-6Al-4V material in the as-built and machined states fully met the requirements of ASTM F2924-14. By contrast, the ductility was compromised at oxygen levels above 0.2 wt. % (OS) in Ti-6Al-4V produced by EBM. Removal of the surface layer by machining increased the consistency and performance of the IS and OS Ti-6Al-4V materials. The fatigue behaviour of the EBM Ti-6Al-4V material was in the range of properties produced by casting. Due to the strong influence of both the surface finish and oxygen content on the fatigue strength, the IS Ti-6Al-4V material exhibited the highest performance, with results that were in the range of parts that had been cast plus hot isostatically pressed.

Vat photopolymerization additive manufacturing of functionally graded materials. A review

S. Nohut, M. Schwentenwein

J. Manuf. Mater. Process. 2022, **6**, nr 1, 17, <https://doi.org/10.3390/jmmp6010017>

Functionally graded materials (FGMs) offer discrete or continuously changing properties/compositions over the volume of the parts. The widespread application of FGMs was not rapid enough in the past due to limitations of the manufacturing methods. Significant developments in manufacturing technologies especially in additive manufacturing (AM) enable us nowadays to manufacture materials with specified changes over the volume/surface of components. The use of AM methods for the manufacturing of FGMs may allow us to compensate for some drawbacks of conventional methods and to produce complex and near-net-shaped structures with better control of gradients in a cost-efficient way. Vat photopolymerization (VP), a type of AM method that works according to the principle of curing liquid photopolymer resin layer-by-layer, has gained in recent years high importance due to its advantages such as low cost, high surface quality control, no need to support structures, no limitation in the material. This article reviews the state-of-art and future potential of using VP methods for FGM manufacturing. It was concluded that

improvements in printer hardware setup and software, design aspects and printing methodologies will accelerate the use of VP methods for FGMs manufacturing.

A review on the processing of aero-turbine blade using 3D print techniques

A. Sinha, B. Swain, A. Behera, P. Mallick, S.K. Samal, H.M. Vishwanatha, A. Behera

J. Manuf. Mater. Process. 2022, **6**, nr 1, 16, <https://doi.org/10.3390/jmmp6010016>

Additive manufacturing (AM) has proven to be the preferred process over traditional processes in a wide range of industries. This review article focused on the progressive development of aero-turbine blades from conventional manufacturing processes to the additive manufacturing process. AM is known as a 3D printing process involving rapid prototyping and a layer-by-layer construction process that can develop a turbine blade with a wide variety of options to modify the turbine blade design and reduce the cost and weight compared to the conventional production mode. This article describes various AM techniques suitable for manufacturing high-temperature turbine blades such as selective laser melting, selective laser sintering, electron beam melting, laser engineering net shaping, and electron beam free form fabrication. The associated parameters of AM such as particle size and shape, powder bed density, residual stresses, porosity, and roughness are discussed here.

A study on early stages of white etching crack formation under full lubrication conditions

W. Holweger, A. Schwedt, V. Rumpf, J. Mayer, Ch. Bohnert, J. Wranik, J. Spilleand L. Wang

Lubricants 2022, **10**, nr 2, 24, <https://doi.org/10.3390/lubricants10020024>

The appearance of white etching cracks (WEC), not covered by the ISO 281 modified failure rate calculation, leads to difficulties in predicting bearing reliability. This uncertainty in bearing applications leads to a worldwide activity in order to understand and prevent this situation since the WEC failure mode deviates from the traditional rolling contact fatigue (RCF) mode. Plenty of factors have been found to influence this phenomenon over the years, however the precise initiation of the WEC is still under debate. In order to understand the initiation and analyze the temporal evolution, interrupted tests on the same material were performed under conditions that were known to lead to WEC formation and RCF. To avoid the added complexity of boundary lubrication, a deep groove ball bearing (DGBB) test rig under full lubrication (elastohydrodynamic lubrication, EHL) was chosen. Within a standard operating mode, named Mode 1 (RCF), the bearings are solely subjected to a radial load. By suspending the tests at different time steps, a continuous progress of changes in the subsurface material structure seen as equiaxed grains with low dislocation densities, identified as ferrite, is observed. The bearings did not fail up to load cycles of 109. In contrast, a Mode 2 electrical charged contact fatigue (ECCF) test provoked the early formation of

cracks and crack networks, first without WEA, then later with WEA. It became obvious when comparing Mode 1 (RCF) with Mode 2 (ECCF) that Mode 2 (ECCF) achieves far fewer load cycles until failure occurs.

Design of amorphous carbon coatings using Gaussian processes and advanced data visualization

Ch. Sauer, B. Rothhammer, N. Pottin, M. Bartz, B. Schleich, S. Wartzack

Lubricants 2022, **10**, nr 2, 22, <https://doi.org/10.3390/lubricants10020022>

In recent years, an increasing number of machine learning applications in tribology and coating design have been reported. Motivated by this, this contribution highlights the use of Gaussian processes for the prediction of the resulting coating characteristics to enhance the design of amorphous carbon coatings. In this regard, by using Gaussian process regression (GPR) models, a visualization of the process map of available coating design is created. The training of the GPR models is based on the experimental results of a centrally composed full factorial 23 experimental design for the deposition of a-C:H coatings on medical UHMWPE. In addition, different supervised machine learning (ML) models, such as polynomial regression (PR), support vector machines (SVM) and neural networks (NN) are trained. All models are then used to predict the resulting indentation hardness of a complete statistical experimental design using the Box-Behnken design. The results are finally compared, with the GPR being of superior performance. The performance of the overall approach, in terms of quality and quantity of predictions as well as in terms of usage in visualization, is demonstrated using an initial dataset of 10 characterized amorphous carbon coatings on UHMWPE.

Glass-to-metal seals for solid oxide cells at the Politecnico di Torino. An overview

F. Smeacetto, A. Chrysanthou, A.G. Sabato, H. Javed, S.D.L. Pierre, M. Salvo, M. Ferraris

International Journal of Applied Ceramic Technology 2022, **19**, nr 2, 1017–1028, DOI: 10.1111/ijac.13949

A summary and update of the research on the design, process, and testing of glass and glass-ceramic to metal seals for solid oxide cells (SOC) conducted during the last 13 years at the Politecnico di Torino, Italy, within our research group and with several international collaborations, is presented and discussed. Glass and glass-ceramic-based materials play a key role in SOC performance and durability as well as in the sealing and joining of metallic interconnects. The sinter-crystallization method is a powerful technique that is used to obtain dense and reliable glass-ceramics capable of providing hermetic joining and seals. The issues, learned from our experience, that have an impact on the lifetime behavior of glass and glass-ceramic to metal seals are briefly reviewed in terms of challenges and working conditions. The mechanical characterization of glass-to-metal seal materials has a crucial impact on the overall performance, as the metal–glass interface plays a key role on the final joining strength and reliability. Several glass compositions are presented along with results on their

characterization and behavior as joining materials for metallic interconnects, with a focus on their potential use as SOC seals.

Opportunities and challenges in additive manufacturing used in space sector. A comprehensive review

K. Ishfaq, M. Asad, M.A. Mahmood, M. Abdullah, C.I. Pruncu

Rapid Prototyping Journal 2022, **28**, nr 2, 253–267, DOI: 10.1108/RPJ-04-2021-0091

The purpose of this study is to compile the successful implementation of three-dimensional (3D) printing in the space for the manufacturing of complex parts. 3D printing is an additive manufacturing (AM) technique that uses metallic powder, ceramic, or polymers to build simple/complex parts. The parts produced possess good strength, low weight, excellent mechanical properties and are cost-effective. This saves a considerable amount of both time and carrying cost. Thereof the challenges and opportunities that the space sector holds for AM is worth reviewing to provide a better insight into further developments and prospects for this technology. The potentiality of 3D printing for the manufacturing of various components under space conditions has been explained. Here, the authors have reviewed the details of manufactured parts used for zero gravity missions, subjected to onboard International Space Station conditions and with those manufactured on earth. Followed by the major opportunities in 3D printing in space which include component repair, material characterization, process improvement and process development along with the new designs. The challenges such as space conditions, availability of power in space, the infrastructure requirements and the quality control or testing of the items that are being built in space are explained along with their possible mitigation strategies. These components are well comparable with those prepared on earth which enables a massive cost saving. Other than the onboard manufacturing process, numerous other components and a complete robot/satellite for outer space applications were manufactured by AM. Moreover, these components can be recycled on board to produce feedstock for the next materials. The parts produced in space are bought back and compared with those built on earth. There is a difference in their nature i.e., the flight specimen showed a brittle nature and the ground specimen showed a denser nature. The review discusses the advancements of 3D printing in space and provides numerous examples of the applications of 3D printing in space and space applications. The paper is solely dedicated to 3D printing in space. It provides a breakthrough in the literature as a limited amount of literature is available on this topic. The paper aims at highlighting all the challenges that AM faces in the space sector and also the future opportunities that await development.

Novel multicolor-tunable $\text{Eu}^{3+}/\text{Bi}^{3+}$ co-doped $\text{Y}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ transparent ceramics as potential white-light-emitting materials

Z. Tang, J. Qi, Z. Huang, L. Liang, A. Liu, Y. Ye, Y. Zhang, T. Lu

Ceramics International 2022, **48**, nr 3, 4216–4222, DOI: 10.1016/j.ceramint.2021.10.213

In this study, a multicolor-tunable $\text{Eu}^{3+}/\text{Bi}^{3+}:\text{Y}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ transparent ceramic was successfully fabricated using vacuum sintering techno-

logy for the first time. The single-phase ceramic showed a pore-free structure and highest transmittance of 67% at 1200 nm. To reveal the luminescence properties of the obtained samples, photoluminescence (PL) tests were performed. Upon combining the green emission (centered at 475 nm) from Bi^{3+} and the red emission (centered at 629 nm) from Eu^{3+} , bright, white light was observed in both the single-phase $\text{Eu}^{3+}/\text{Bi}^{3+}:\text{Y}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ phosphors and transparent ceramics ($\lambda_{\text{ex}} = 302 \text{ nm}$). Furthermore, upon changing the excitation wavelengths, strong red ($\lambda_{\text{ex}} = 250 \text{ nm}$) and orange ($\lambda_{\text{ex}} = 365 \text{ nm}$) emissions were also observed at room temperature. The PL spectra and International Commission on illumination (CIE) coordinate diagram show that white light with CIE (0.3528, 0.3121) can be easily achieved. Combined with their excellent high-temperature performance and good mechanical properties, $\text{Eu}^{3+}/\text{Bi}^{3+}:\text{Y}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ transparent ceramics have promising potential as white-light-emitting materials.

Influence of alloying elements on the microstructure and selected high-temperature properties of new cobalt-based L12-reinforced superalloys

M. Kierat, G. Moskal, A. Zieliński, T. Jung

Arch. Metall. Mater. 2022, **67**, nr 2, 495–500, DOI: <https://doi.org/10.24425/amm.2022.137782>

The study investigated the primary structure of the new generation of superalloys based on Co-10Al-5Mo-2Nb and Co-20Ni-10Al-5Mo-2Nb cobalt. Research on a group of cobalt-based materials was initiated in 2006 by J. Sato. These materials may replace nickel-based superalloys in the future due to their excellent properties at elevated temperatures relative to nickel-based superalloys. The primary microstructure characterisation of the Co-10Al-5Mo-2Nb and Co-20Ni-10Al-5Mo-2Nb alloy are the basic subject of this article. The Co-10Al-5Mo-2Nb and Co-20Ni-10Al-5Mo-2Nb alloy are tungsten free alloys of a new type with the final microstructure based on the Co-based solid solution L12 phase of the $\text{Co}_3(\text{Al}, \text{Mo}, \text{Nb})$ type as a strengthened structural element. The analysed alloys were investigated in an as-cast state after a vacuum casting process applied on graphite moulds. The primary microstructure of the alloys and the chemical constituent of dendritic and interdendritic areas were analysed using light, scanning electron and transmission microscopy. Currently, nickel-strengthened γ' phase steels are still unrivalled in aerospace applications, however, cobalt-based superalloys are a response to their existing limitations,

which do not allow maintaining the current rate of development of aircraft engines.

Effect of direct current and alternating current poling on the piezoelectric properties of $\text{Ba}_{0.85}\text{Ca}_{0.15}\text{Ti}_{0.9}\text{Zr}_{0.1}\text{O}_3$ ceramics

K. Zhao, M. Zheng, X. Yan, M. Zhu, Y. Hou

Journal of Materials Science: Materials in Electronics 2021, **32**, nr 23, 27815–27822, DOI: [10.1007/s10854-021-07164-y](https://doi.org/10.1007/s10854-021-07164-y)

Lead-free piezoceramics are international research frontier in the fields of functional materials. In this work, high-quality $\text{Ba}_{0.85}\text{Ca}_{0.15}\text{Ti}_{0.9}\text{Zr}_{0.1}\text{O}_3$ (BCTZ) ceramics were prepared by using ultrafine powder synthesized by the molten salt method. The results show that the enhanced piezoelectric properties are obtained at intermediate grain size of $14.7 \mu\text{m}$. Furthermore, by the optimization of the DC poling parameters, excellent $d_{33} \sim 600 \text{ pC/N}$ and $k_p \sim 0.50$ values of BCTZ lead-free ceramic can be obtained, while $d_{33} \sim 420 \text{ pC/N}$ and $k_p \sim 0.35$ were obtained under the optimal AC poling parameters. The property difference is mainly due to that AC poling does not give enough time for the internal stress to relax, allowing the switched ferroelastic domains to accommodate each other, so it is difficult to achieve saturated poling. Though, AC poling method still provides a new insight for the optimization of the performance of piezoelectric ceramics.

Tribological properties of high-entropy alloys. A review

Z. Cheng, S. Wang, G. Wu, J. Gao, X. Yang, H. Wu

International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials 2022, **29**, 389–403, <https://doi.org/10.1007/s12613-021-2373-4>

Tribology, which is the study of friction, wear, and lubrication, largely deals with the service performance of structural materials. For example, newly emerging high-entropy alloys (HEAs), which exhibit excellent hardness, anti-oxidation, anti-softening ability, and other properties, enrich the wear-resistance alloy family. To demonstrate the tribological behavior of HEAs systematically, this review first describes the basic tribological characteristics of single-, dual-, and multi-phase HEAs and HEA composites at room temperature. Then, it summarizes the strategies that improve the tribological property of HEAs. This review also discusses the tribological performance at elevated temperatures and provides a brief perspective on the future development of HEAs for tribological applications.

INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

e-mail: i.materialowa@sigma-not.pl

tel.: +48 663-311-933



WYBRANE ZGŁOSZENIA PATENTOWE z dziedziny inżynierii materiałowej wg BIULETYNU URZĘDU PATENTOWEGO nr 38–39 z 2021 r. oraz 1–5 z 2022 r.

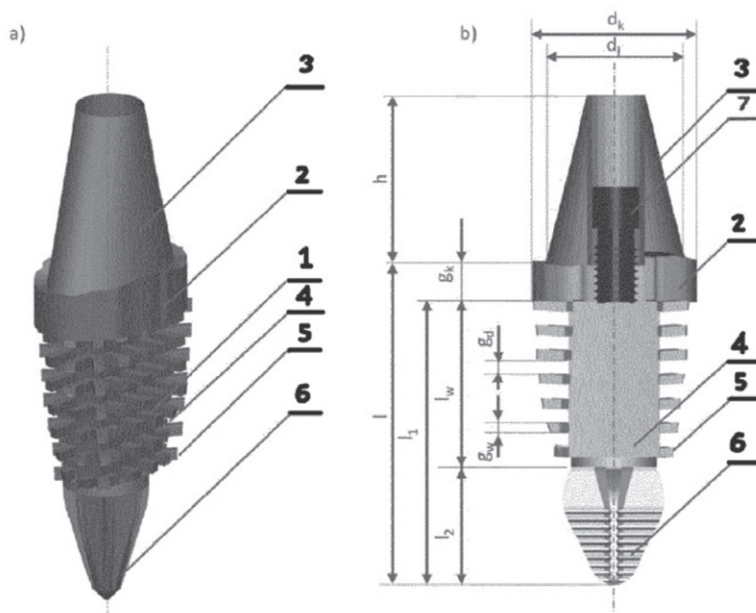
Zgł. nr 434312

CENTRUM PROJEKTOWO-BADAWCZO-PRODUKCYJNE INŻYNIERII MEDYCZNEJ I STOMATOLOGICZNEJ ASKLEPIOS SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Gliwice
Dobrzański L., Dobrzański L., Dobrzańska J., Achtelek-Franczak A.

Wysokorozwinięty powierzchniowo implant stomatologiczny

Przedmiotem zgłoszenia jest wysokorozwinięty powierzchniowo implant stomatologiczny jednoczęściowy o wysoce rozwiniętej powierzchni kontaktu z kością, wytworzony z materiałów metalowych, polimerowych, ceramicznych i kompozytowych, w tym tytanu, kobaltu i magnezu, oraz ich stopów, opracowany na podstawie danych z użyciem metod obrazowania medycznego, w tym komputerowej tomografii wiązki stożkowej CBCT (*cone-beam computed tomography*) oraz komputerowo wspomaganych metod wytwarzania przyrostowego, do uzupełniania ubytków zębowych, charakteryzujący się tym, że ma monowarstwową, wielowarstwową lub gradientową mikrostrukturę powierzchniową o grubości 0–3 mm, korzystnie nie więcej niż 10 μm bez warstw biologicznych, składa się z połączonych ze sobą nierozłącznie i w sposób niemożliwy do zdemontowa-

nia części środkowej (1), śróddziąsłowej (2) zawierającej krążek bakteriostatyczny z kołnierzem przylegającym do części środkowej (1) do zapobiegania fizycznemu przeniknięciu bakterii do strefy środkowej (1) w szczelinie powierzchnią części śróddziąsłowej i słupówką ze stopniem protetycznym przebiegającym na długości do 2 mm poniżej linii dziąsła i części naddziąsłowej zwanej łącznikiem (3), w osi której znajduje się otwór z gwintem wewnętrznym i/lub żeński wewnętrzny stożek typu Morse'a do łączenia z koroną lub mostem protetycznym, umieszczony pod kątem λ 0–90°, korzystnie 0–60°, względem osi części środkowej (1) implantu do wkręcenia śruby mocującej łącznik, przy czym część środkowa (1) dzieli się na strefę korzeniową w postaci rdzenia (4) litego lub szkieletowego mikroporowatego bez otwartych porów na powierzchni, który na obwodzie posiada wypustki (5) w postaci precyków o grubości i długości do 5 mm, niepokrywanych lub pokrytych cienką warstwą materiału bioaktywnego, barierowego i/lub bakteriostatycznego o grubości co najwyżej 3000 μm , przy czym wypustki (5) są usytuowane warstwowo, tworząc warstwy wypustkowe oraz strefę wierzchołkową (6), mającą kształt części zęba zastępowanego lub stanowiącą grot.

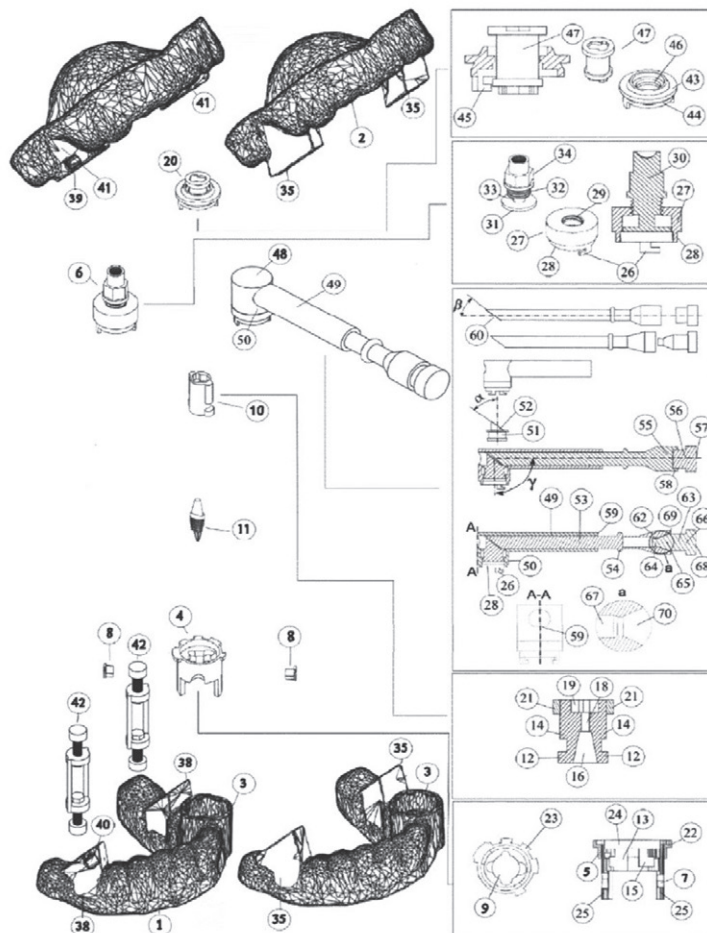


Zgł. nr 434313

CENTRUM PROJEKTOWO-BADAWCZO-PRODUKCYJNE INŻYNIERII MEDYCZNEJ I STOMATOLOGICZNEJ ASKLEPIOS SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Gliwice**Dobrzański L., Dobrzański L., Dobrzańska J., Achtelek-Franczak A., Rudziarczyk K.***Akcesorium montażowe implantu stomatologicznego*

Akcesorium montażowe implantów stomatologicznych charakteryzuje się tym, że składa się z płyty śluzówkowo-zębowej (1), której wielkość dobierana jest w zależności od warunków anatomicznych pacjenta, zaopatrzonej w gniazdo (3) określające usytuowanie implantu, stanowiące łożo do mocowania tulei zewnętrznej (4), której dopasowanie wynosi 0–1 mm, korzystnie 0–0,5 mm, zawierającej ucha mocujące (7) do osadzania klinów montażowych (8), w której znajduje się gniazdo (9) tłoczka (10) do osadzenia implantu (11), aparatu wtłaczającego (6) lub aparatu wbijającego (48), co najmniej 2, korzystnie 4, elastyczne półwkładki klinowe płaskie (35) lub półwkładki klinowe (38 i 39) z gniazdami (40 i 41) do osadzania co najmniej jednej, korzystnie dwóch, śrub rzymskich (42) jako zewnętrznej regulacji odległości między szczęką górną i żuchwą w trakcie ich zaciskania przez pacjenta podczas zabiegu, osadzonych na końcu płyty śluzówkowo-zębowej (1) i na przeciwległej szy-

nie śluzówkowo-zębowej (2) zawierającej 1, korzystnie 2, półwkładki klinowe płaskie (35) lub półwkładki klinowe (38 i 39) z gniazdami (40 i 41) do osadzania co najmniej jednej, korzystnie dwóch, śrub rzymskich (42) oraz elementu do demontażu (20). Akcesorium montażowe implantów stomatologicznych charakteryzuje się tym, że składa się z dobieranych w zależności od warunków anatomicznych pacjenta płyty śluzówkowo-zębowej (36) oraz szyny śluzówkowo-zębowej (37), zaopatrzonej w gniazdo (3) określające usytuowanie implantu, stanowiące łożo do mocowania tulei zewnętrznej (4), której dopasowanie wynosi 0–1 mm, korzystnie 0–0,5 mm, zawierającej ucha mocujące (7) do osadzania klinów montażowych (8), w której znajduje się gniazdo (9) tłoczka (10) do osadzenia implantu (11), aparatu wtłaczającego (6) lub aparatu wbijającego (48), co najmniej 2, korzystnie 4, elastyczne półwkładki klinowe płaskie (35) lub półwkładki klinowe (38 i 39) z gniazdami (40 i 41) do osadzania co najmniej jednej, korzystnie dwóch, śrub rzymskich (42) jako zewnętrznej regulacji odległości między szczęką górną i żuchwą w trakcie ich zaciskania przez pacjenta podczas zabiegu, osadzonych na końcu płyty śluzówkowo-zębowej (1) i na przeciwległej szy-



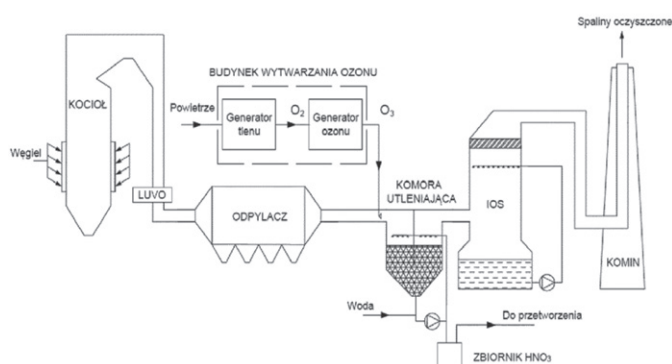
Zgł. nr 434363

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław

Kordylewski W., Łuszkiewicz D., Jędrusik M., Świerczok A.

Sposób i układ do usuwania tlenków azotu, rtęci metalicznej oraz dwutlenku siarki ze spalin kotłowych

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do usuwania tlenków azotu (NO_x), rtęci metalicznej (Hg_0) i ditlenku siarki (SO_2) ze spalin kotłowych. Sposób usuwania tlenków azotu (NO_x), rtęci metalicznej (Hg_0) i ditlenku siarki (SO_2) ze spalin z separacją produktów odazotowania i odsiarczania znamieny jest tym, że tlenek azotu i rtęć metaliczna są utleniane w kanale spalin ozonem, a powstały pentatlenek diazotu w reakcji z parą wodną tworzy kwas azotowy, który jest usuwany ze spalin w komorze utleniającej w wyniku absorpcji HNO_3 na powierzchni zwilżonego wypełnienia. Powstały w komorze kwas azotowy krąży w obiegu zamkniętym i finalnie może zostać wykorzystany, np. tworząc nawóz azotowy. Pozostające za reaktorem w spalinach tlenki azotu (w tym NO_2) są absorbowane wraz z ditlenkiem siarki i rtęcią utlenioną w instalacji mokrego odsiarczania spalin. Obecność NO_2 i ozonu w spalinach wspomaga proces utleniania CaSO_3 do CaSO_4 w zbiorniku pod absorberem.



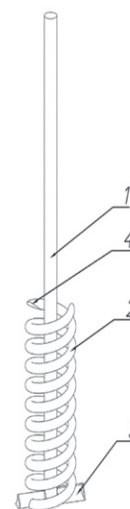
Zgł. nr 438578

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin

Szulżyk-Cieplak J., Łagód G., Zaburko J.

Mieszadło do wolnoobrotowego mieszania i homogenizacji w zbiornikach pionowych, zwłaszcza z osadem czynnym

Przedmiotem zgłoszenia jest mieszadło do wolnoobrotowego mieszania i homogenizacji w zbiornikach pionowych, zwłaszcza z osadem czynnym, posiadające uchwyt (1) w postaci pręta oraz wstęgę (2) zwinętą spiralnie wokół uchwytu (1). Charakteryzuje się ono tym, że do dolnej części uchwytu (1) zamocowany jest wyprofilowany zgarniacz (3) o kształcie szuflki z powierzchnią zgarniającą znajdującą się od góry i z przodu. Do zgarniacza (3) po przeciwnej stronie powierzchni zgarniającej zamocowany jest koniec wstęgi (2) zwinętej spiralnie wokół uchwytu (1). Wstęga (2) posiada postać rury, której pierwszy otwarty koniec znajduje się na powierzchni zgarniającej zgarniacza (3), zaś na drugim końcu znajduje się dyfuzor (4).



Zgł. nr 434332

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź

Członka S., Strąkowska A., Strzelec K.

Kompozycja do wytwarzania sztywnej pianki poliuretanowej o zmniejszonej chłonności wody

Przedmiotem zgłoszenia jest kompozycja do wytwarzania sztywnej pianki poliuretanowej o zmniejszonej chłonności wody, na bazie polioliu, która zawiera na 100 cz. mas. polioliu, 120 cz. mas. 4,4'-diizocyanianu difenylometanu, 14 cz. mas. antypirenu, 0,2 cz. mas. katalizatora oraz napęniacz w postaci paździerzy lnianych impregnowanych olejem tungowym, użytych w ilości 0,1–1,5 cz. mas. na 100 cz. mas. polioliu.

Zgł. nr 434344

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – KRAKOWSKI INSTYTUT TECHNOLOGICZNY, Kraków

Kamińska J., Angrecki M., Puzio S.

Sposób wytwarzania bentonitu hybrydowego

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania bentonitu hybrydowego, który polega na tym, że do iltu bentonitowego w postaci kopaliny dodaje się 0,5% mas. węgla sodu i dokładnie miesza, po czym odstawia się na czas nie krótszy niż 21 dni. Następnie wprowadza się do powyższej mieszanki 3,5% mas. węgla sodu, powtórnie dokładnie miesza i pozostawia na czas nie krótszy niż 9 dni, po czym uzyskany materiał suszy się w temperaturze nie wyższej niż 105°C do osiągnięcia wilgotności nie wyższej niż 5%, dostosowując czas suszenia do wilgotności materiału. Po wysuszeniu materiał mieli się w młynie kulowym lub misowo-kołowym zintegrowanym

z separatorem powietrznym do osiągnięcia uziarnienia określonego jako maksymalny odsiew na sicie 0,16 mm na poziomie 2% i maksymalny odsiew na sicie 0,056 mm na poziomie 20%, po czym dla tak przygotowanego materiału określa się zawartość montmorylonitu. Następnie dodaje się przygotowany materiał do bentonitu w takiej ilości, aby całkowita zawartość montmorylonitu w bentonicie hybrydowym nie była mniejsza niż 75% i całość miesza się w mieszarce wolnoobrotowej do osiągnięcia jednorodności składu mieszaniny.

Zgł. nr 43430

INSTYTUT CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ, Warszawa
Cieśla K.

Zmodyfikowany materiał na bazie nanocelulozy do produkcji nowej generacji materiałów, zwłaszcza hydrożeli i aerożeli oraz sposób jego wytwarzania

Przedmiotem zgłoszenia jest zmodyfikowany materiał uzyskiwany na bazie nanocelulozy, który charakteryzuje się tym, że stanowi stały preparat albo dyspersję wodną, a otrzymywany jest w taki sposób, że dyspersję wodną zawierającą 1–25 cz. mas. nanocelulozy, wprowadzanej w postaci estru kwasu siarkowego, oraz 99–75 cz. mas. wody poddaje się działaniu promieniowania jonizującego, elektronowego lub gamma. Zgłoszenie obejmuje także sposób wytwarzania materiału na bazie nanocelulozy, który polega na tym, że otrzymuje się w temperaturze pokojowej lub w temperaturze podwyższonej w zakresie do 99°C dyspersję wodną, zawierającą 1–25 cz. mas. nanocelulozy w postaci estru kwasu siarkowego oraz 99–75 cz. mas. wody, korzystnie 5–10 cz. mas. nanocelulozy i 95–90 cz. mas. wody, a całość poddaje się działaniu promieniowania jonizującego, elektronowego lub gamma. Zmodyfikowaną radiacyjnie dyspersję wodną stosuje się bezpośrednio w uzyskanej postaci lub poddaje suszeniu. Radiacyjnie modyfikowany materiał może być wykorzystywany (samodzielnie lub jako jeden ze składników w układach wieloskładnikowych) do otrzymywania hydrożeli o wysokiej zdolności do pochłaniania wody, jak też do otrzymywania superlekkich aerożeli, w tym aerożeli o zwiększonej odporności cieplnej.

Zgł. nr 436218

UNIwersytet Wrocławski, Wrocław
Grzeszczuk M., Zaręba A.

Sposób otrzymywania warstwy polidopaminy alifatycznej

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania warstwy polidopaminy alifatycznej za pomocą polimeryzacji elektrochemicznej i chemicznej. Proces osadzania tej warstwy polimerowej prowadzi się na powierzchni przewodzącej, drogą potencjodynamicznej polimeryzacji z roztworu dopaminy jako monomeru funkcyjnego w postaci roztworu zawierającego dopaminę o stężeniu

10–10 M–1 M w elektrolicie podstawowym 0,5 M–0,001 M KCl/NaCl/LiCl, przy potencjale liniowo zmienianym w zakresie od –0,8 V do +0,65 V, najlepiej w zakresie od –0,5 V do +0,5 V. Powierzchnię przewodzącą stanowią elektrody dyskowe z węgla szklistego (GCE), elektrody Pt (dyskowe lub płytki), elektrody Au (dyskowe lub płytki), płytki ze stali nierdzewnej, płytki z stali węglowej, elektroda grafitowa (GE) (dyskowa lub taśma), elektrody Ag (dyskowe lub płytki), taśma węglowa. Warstwę polidopaminy można uzyskać, prowadząc polimeryzację dopaminy przy potencjale stałym, w zakresie potencjału 0,12–0,65 V. Proces chemicznego osadzania warstwy polidopaminy prowadzi się również na powierzchni z roztworu dopaminy jako monomeru funkcyjnego w elektrolicie podstawowym 3 M–0,00001 M KCl/NaCl/LiCl.

Zgł. nr 436221

UNIwersytet Wrocławski, Wrocław
Grzeszczuk M., Zaręba A.

Blenda polimerowa (PDA-PPy) polidopaminy (PDA) i polipirolu (PPy) na podłożach przewodzących i sposób jej otrzymywania

Przedmiotem zgłoszenia jest materiał blendy na powierzchniach przewodzących charakteryzujący się tym, że blendą składa się z przewodzącej frakcji polidopaminy, która jest domieszkowana jonami chlorkowymi, oraz frakcji przewodzącego polipirolu, który jest domieszkowany jonami chlorkowymi. Zgłoszenie obejmuje też sposób otrzymywania blendy PDA-PPy na powierzchniach przewodzących za pomocą polimeryzacji elektrochemicznej, charakteryzujący się tym, że proces potencjodynamicznego osadzania warstwy polimerowej prowadzi się korzystnie na węglu szklistym (GC) drogą polimeryzacji elektrochemicznej z roztworu dopaminy jako monomeru funkcyjnego w postaci roztworu zawierającego dopaminę o stężeniu 10–10 M–1 M w elektrolicie podstawowym 10–3 M–1 M KCl/NaCl/LiCl, przy potencjale liniowo zmienianym w zakresie od –0,8 V do +0,65 V, na tak uzyskanej warstwie polidopaminy na powierzchni GC prowadzi się elektropolimeryzację pirolu drogą potencjostaticzną z roztworu pirolu jako monomeru funkcyjnego w elektrolicie podstawowym 10–3 M–1 M KCl/NaCl/LiCl, przy potencjale stałym w zakresie potencjału 0,45–1,2 V.

Zgł. nr 434425

POLITECHNIKA GDAŃSKA, Gdańsk
Datta J., Parcheta P., Zagożdżon I., Niesiobędzka J.

Sposób otrzymywania lanych poliuretanów o obniżonej palności

Wynalazek dotyczy sposobu otrzymywania lanych poliuretanów o obniżonej palności przy wykorzystaniu wysokoreaktywnego, bezhalogenowego oligoeterolu, zawierającego wbudowane atomy fosforu. Odwodniony w temp. 90–95°C przez min. 2 h i ogrzany do

maks. 70°C Exolit® OP 550 oraz odwodniony w temp. 95–100°C przez min. 2 h i ogrzany do maks. 70°C 1,4-butanodiol (BDO) miesza się z przefiltrowanym i ogrzanym do maks. 70°C 4,4'-diizocyjanianem difenylomelanu (MDI) w próżni. Mieszanie zachodzi w temp. maks. 70°C, z prędkością 700–900 rpm, korzystnie 800 rpm, w czasie do 6 min do momentu widocznego zwiększenia lepkości. Zachowuje się stosunek molowy grup izocyjanianowych do hydroksylowych, czyli izocyjanianowych (od diizocyjanianu) oraz hydroksylowych (od glikolu zastosowanego jako przedłużacz łańcucha) w zakresie 1,0–1,1 oraz procent nadmiarowych grup izocyjanianowych w stosunku do grup hydroksylowych pochodzących od oligoeterolu w zakresie 3–10%. Po zakończeniu polimeryzacji wytłacza się mieszanie i odgazowuje mieszaninę. Następnie wylewa się otrzymany polimer do formy rozgrzanej do maks. 80°C i po zżelowaniu umieszcza w suszarce w temp. 60–100°C na 24 lub 48 h.

Zgł. nr 434516

CENTRUM MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH I WĘGLOWYCH POLSKIEJ AKADEMII NAUK, Zabrze; CENTRUM LECZENIA OPARZEŃ IM. DR. STANISŁAWA SAKIELA W SIEMIANOWICACH ŚLĄSKICH, Siemianowice Śląskie

Kasprów M., Otulakowski Ł., Trzebicka B., Kłama-Baryła A., Łabuś W., Mikuś-Zagórska K., Strzelec P.

Sposób wytwarzania opatrunku zawierającego błonę owodniową

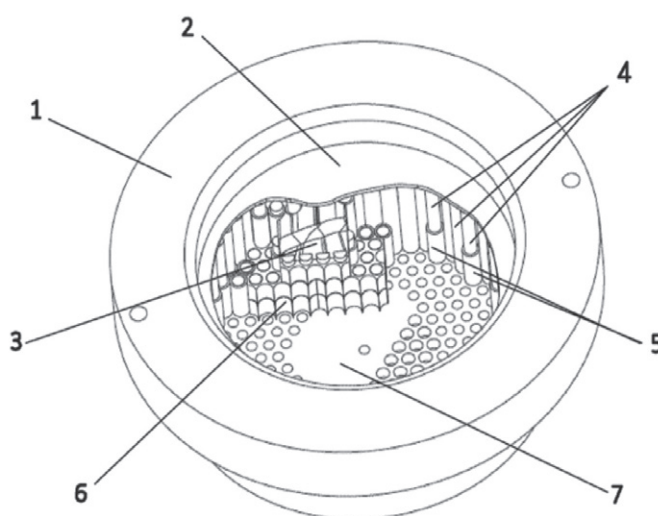
Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania opatrunku kompozytowego zawierającego błonę owodniową pozyskaną z łożyska odzwierzęcego zespoloną z warstwą podkładu polimerowego, który polega na tym, że formuje się nieusieczowany, wysuszony podkład polimerowy o grubości 0,01–1 mm, wytworzony z co najmniej jednego biodegradablego polimeru rozpuszczalnego w wodzie i zdolnego do sieciowania radiacyjnego, korzystnie poli(alkoholu winylowego) i/lub poli(tlenku etylenu), i/lub poli(winylopirolidonu), który jednostronnie zwilża się równomiernie wodą w ilości 50–200 mg/cm². Na zwilżoną stronę podkładu nakłada się w temp. 10–35°C odkomórczoną błonę owodniową i obie warstwy dociska się do siebie oraz poddaje je działaniu promieniowania jonizującego, korzystnie pochodzącego z akceleratora liniowego lub bomby kobaltowej w dawce 10–40 kGy, po czym usuwa się z opatrunku wilgoć przez liofilizację, zamrażając go w temp. od -50 do -195°C, a następnie obniżając ciśnienie do wartości 500–20 mTor bez kontroli temperatury, przy czym używa się błony owodniowej w postaci elastycznego arkusza o kształcie i wymiarach dopasowanych do podkładu polimerowego lub w postaci sproszkowanej, równomiernie rozsypanej na podkładzie polimerowym, w ilości 0,05–0,5 g na 100 cm² podkładu polimerowego.

Zgł. nr 434529

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI, Kraków
Karbowski K.

Matryca do wytłaczania przyrostowego

Matryca do wytłaczania przyrostowego zawierająca kołnierz i płytę oporową z otworem charakteryzuje się tym, że poniżej kołnierza (1), na którym mocowana jest wytłaczana blacha, osadzona jest płyta oporowa (2). Płyta oporowa (2) podparta jest na trzpieniach gwintowanych (4), które są zamocowane połączeniem śrubowym do korpusu (7) matrycy, na trzpień gwintowane (4) nasunięte są suwliwie tuleje (5) o średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż średnica zewnętrzna trzpieni gwintowanych (4). Średnice zewnętrzne tulei (5) są tak dobrane, aby po nasunięciu na trzpień gwintowane (4) tuleje były stykne do siebie oraz do wewnętrznej powierzchni korpusu (7) matrycy. Zamocowana w korpusie (7) matrycy wkładka (3) ma w podstawie otwory o średnicy nie mniejszej niż średnica zewnętrzna trzpieni gwintowanych (4), na których jest zamontowana suwliwie. Przy czym na bocznych ścianach wkładki (3) są półkoliste zagłębienia o średnicy nie mniejszej niż średnica zewnętrzna tulei (5), zaś powierzchnia zagłębień w ścianach wkładki przylega do powierzchni bocznych tulei (5). Wkładka (3) umieszczona jest na elemencie dystansowym (6), który ma wykonane otwory o średnicy nie mniejszej niż zewnętrzna średnica trzpieni gwintowanych (4) i jest zamontowany suwliwie na trzpieniach gwintowanych (4) w korpusie (7) matrycy. Na bocznych ścianach elementu dystansowego (6) są półkoliste zagłębienia o średnicy nie mniejszej niż średnica zewnętrzna tulei (5), a ponadto powierzchnia zagłębień w ścianach elementu dystansowego (6) przylega do powierzchni bocznych tulei (5).



Zgł. nr 434492

ADVANCED GRAPHENE PRODUCTS SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Zielona Góra
Pełka M., Kuten D., Gałązka M.

Sposób wytwarzania wielkopowierzchniowego grafenu na nośnikach polimerowych metodą delaminacji wodorowej

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania wielkopowierzchniowego grafenu na nośnikach polimerowych z zastosowaniem delaminacji wodorowej, podczas którego uzyskanie osadzonej na polimerze wielkopowierzchniowej warstwy grafenu, o powierzchni w zakresie co najmniej 1–750 cm², zachodzi na drodze elektrochemicznego oddzielania się grafenu z polimerem od metalicznego podłoża wzrostowego, przy czym proces oddzielania przeprowadza się w układzie do delaminacji wodorowej z zastosowaniem: anody grafitowej, srebrowej bądź z tytanu platynowanego, wodnego roztworu NaOH, NaCl lub KCl o stężeniu w zakresie 0,1–1 M jako elektrolitu, stałej wartości napięcia prądu elektrycznego, w zakresie 2–6 V, jako wypadkowej zmiennej wartości natężenia prądu elektrycznego.

Zgł. nr 434513

POLITECHNIKA WARSZAWSKA, Warszawa
Szewczenko W.

Sposób zwiększenia wytrzymałości wyrobu cementowego we wczesnych terminach twardnienia

Przedmiotem wynalazku jest sposób zwiększenia wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu (R_{roz}) i zwiększonej wytrzymałości przy ściskaniu (R_{sc}), określanych wg normy PN-EN 196-1, dla wyrobu cementowego we wczesnych terminach twardnienia, charakteryzujący się tym, że do cementu dodaje się dodatek pudru brązowego, a uformowany wyrób cementowy w stanie stwardniałym poddaje się obróbce PWC polegającej na działaniu pola elektromagnetycznego wysokiej o częstotliwości.

Zgł. nr 434538

POLITECHNIKA RZESZOWSKA IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA, Rzeszów
Lubczak J., Lubczak R., Szpiłk M.

Sposób wytwarzania mieszaniny polioli

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania mieszaniny polioli, który prowadzi się tak, że miesza się ze sobą glicydol i wodę w stosunku co najmniej 4,6 cz. mas. glicydolu na 1 cz. mas. wody, po czym do tej mieszaniny, przy ciągłym mieszaniu, wprowadza się celulozę w ilości co najwyżej 1 mol merów celulozy na 19 moli glicydolu, przy czym celulozę stosuje się o średnicy cząstek co najwyżej

1200 nm. Tę mieszaninę ogrzewa się do temp. 160°C, energicznie mieszając. Mieszaninę chłodzi się do temp. 80°C i następnie wprowadza się do niej węglan etylenu w ilości co najmniej 14 moli na 1 mol merów celulozy oraz, jako katalizator, węglan potasu, w ilości 0,1–0,5% mas., po czym mieszaninę ogrzewa się do temp. 180°C i utrzymuje w tym stanie do czasu zakończenia reakcji.

Zgł. nr 434501

POLITECHNIKA RZESZOWSKA IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA, Rzeszów; PODKARPACKIE CENTRUM INNOWACJI SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Rzeszów
Oliwa R., Bulanda K., Oleksy M., Masłowski G., Filik K., Karnas G.

Samogasnąca kompozycja żywicy epoksydowej o zwiększonym przewodnictwie elektrycznym oraz sposób otrzymywania samogasnącej kompozycji żywicy epoksydowej o zwiększonym przewodnictwie elektrycznym

Przedmiotem zgłoszenia jest samogasnąca kompozycja, która charakteryzuje się tym, że zawiera 20–25% mas. ciekłych niepalniaczy fosforowych, 2–5% mas. rozcieńczalnika aktywnego oraz napelniacze w postaci 0,1–0,2% mas. grafenu o średnicy 5–25 μm, 1–3% mas. nanocząsteczek miedzi oraz 0,4–0,75% mas. sadzy przewodzącej. Zgłoszenie obejmuje także sposób otrzymywania ww. żywicy, który charakteryzuje się tym, że do dianowej, małowiskroczącej żywicy epoksydowej wprowadza się 0,5–1,5% mas. środka zmniejszającego lepkość, 0,1–0,5% mas. bezsilikonowego środka odpowietrzającego oraz 2–5% mas. rozcieńczalnika aktywnego, 20–25% mas. ciekłych niepalniaczy fosforowych oraz napelniacze w postaci 0,1–0,2% mas. grafenu o średnicy 5–25 μm, 1–3% mas. nanocząsteczek miedzi oraz 0,4–0,75% mas. sadzy przewodzącej, a następnie całość homogenizuje się.

Zgł. nr 438221

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin
Nowacka A., Klepka T.

Sposób wytwarzania barwionej pasty ścierniej

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania barwionej pasty ścierniej, zwłaszcza do obróbki przetłoczno-ścierniej, i barwiona pasta ścierna. Sposób polega na tym, że do dichlorodimetylosiloksanu w ilości 3,45–12,9% obj. roztworu dodaje się eteru dietylowego w ilości 3,07–13,79% obj. roztworu, korzystny stosunek eteru do siloksanu 2:1, po czym hydrolizuje się wodą w ilości 6,15–6,9% obj. roztworu, korzystnie 6,9% obj. Następnie w rozdzielaczu rozdziela się i usuwa warstwę wodną i pozostały roztwór przemycza się węglanem sodu w ilości 46,15–55,56% obj. roztworu, korzystnie 51,72% obj., i w trakcie przemyczania dodaje się eteru dietylowego w ilości 1,54–5,56% obj. roztworu, korzystnie 1,72% obj. W dalszej kolejności

przemywa się wodą i suszy się otrzymany roztwór, do otrzymanego roztworu dodaje się 5,17–15,38% obj., korzystnie 12,08% obj., kwasu borowego i poddaje mieszaniu w temp. 17–80°C z mocą mieszania 0,3–0,8 kW. Mieszaninę studzi się do temp. 17–80°C i dodaje się ziarna ściernie w postaci diamentu albo krzemionki o wielkości 14–1200 mesh oraz kulki barwiące. Zgłoszenie obejmuje także barwioną pastę ścierną, która charakteryzuje się tym, że medium siłoksanowe stanowi polidimetyloborosiloksan w ilości 51,79–97,79% obj. Ścierniwo w postaci cząstek o wielkości 14–1200 mesh stanowi 0,8–39,44% obj. Ścierniwem jest diament albo krzemionka. Kulki barwiące w postaci cząstek o wielkości 14–220 mesh stanowią 0,84–22,39% obj.

Zgł. nr 438625

POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA, Kielce

Czapik P., Borek K.

Masa do produkcji autoklawizowanych materiałów wapienno-krzemionkowych

Przedmiotem zgłoszenia jest masa do produkcji autoklawizowanych materiałów wapienno-krzemionkowych, do której dodaje się wodę w celu uzyskania odpowiedniej konsystencji, która charakteryzuje się tym, że składa się ze szkła odpadowego stosowanego jako kruszywo w ilości 80–90% mas. i bogatych w wolne wapno pyłów z instalacji by-passu pieca cementowego w ilości 10–20% (CBPD), stosowanych jako spoiwo. W innym wariantcie wykonania masa składa się ze szkła odpadowego w ilości 28,0–90,5% mas. oraz bogatych w wolne wapno pyłów CBPD w ilości 4–15% mas. oraz piasku kwarcowego w ilości 29,0–61,0% mas. i wapna palonego w ilości 2,5–5,5% mas., przy czym sumaryczna zawartość bogatych w wolne wapno CBPD i wapna palonego nie może być mniejsza niż 9,5%. Korzystnie zastosowane szkło odpadowe jest kruszone do uziarnienia do 4 mm, a pył z instalacji by-passu pieca cementowego (CBPD) zawiera co najmniej 30% wolnego CaO.

Zgł. nr 434574

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice

Matysiak W., Tański T., Zaborowska M.

Hybrydowy nanostrukturalny materiał tlenku ceru z jonami europu oraz sposób jego wytwarzania

Przedmiotem zgłoszenia jest hybrydowy nanostrukturalny materiał tlenku ceru z jonami europu, który charakteryzuje się tym, że ma średnicę nanostruktur w zakresie 3–500 nm, długość do 100 µm. Zgłoszenie obejmuje także sposób wytwarzania hybrydowego materiału tlenku ceru z jonami europu, który polega na tym, że do rozpuszczalnika w postaci *N,N*-dimetyloformamidu lub etanolu lub wody dodaje się prekursor tlenku ceru w postaci $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ lub

$\text{Ce}(\text{NO}_2)_3$ lub CeCl_3 oraz prekursor tlenku europu ($\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$) w stosunku masowym prekursorów 99:1–1:1, gdzie całkowite stężenie masowe mieszaniny prekursora tlenku ceru i prekursora tlenku europu wynosi 5–85% mas. względem masy końcowej hybrydowego materiału nanostrukturalnego, po czym gotowy roztwór miesza się na mieszadle magnetycznym w czasie 15–90 min, następnie do tak przygotowanej mieszaniny dodaje się granulaty polimerowy o stężeniu masowym 5–35% w stosunku do rozpuszczalnika w postaci *N,N*-dimetyloformamidu lub etanolu lub wody, miesza na mieszadle magnetycznym przez 1–24 h, po czym poddaje procesowi elektroprądzenia w polu elektrostatycznym, przy zastosowaniu parametrów: różnica potencjałów pomiędzy elektrodami 5–35 kV, odległość między elektrodami wynosząca 5–30 cm, prędkość przepływu roztworu przez dyszę 0,2–8 mL/h lub prędkość obrotowa kolektora 200–1500 rpm, tak przygotowane nanowłókna polimerowo-ceramiczne PVP/ CeO_2 : Eu^{3+} lub PAN/ CeO_2 : Eu^{3+} lub PVA/ CeO_2 : Eu^{3+} poddaje się procesowi kalcynacji w temp. 400–1400°C w atmosferze powietrza lub próżni lub azotu w czasie 1–10 h.

Zgł. nr 434545

ARKA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ SPÓŁKA KOMANDYTOWA, Sianów

Gronek J., Bamburak T.

Sposób nanoszenia nano-powłok krzemianowych na elementy konstrukcyjne maszyn i urządzeń

Przedmiotem wynalazku jest sposób nanoszenia nanopowłok krzemianowych na elementy konstrukcyjne maszyn i urządzeń wykorzystujący mechanizm adhezji pomiędzy tworzywem powłoki a materiałem elementu konstrukcyjnego, który polega na tym, że nanopowłokę krzemianową nanosi się na powierzchnię kuli zaworu, zwłaszcza wodnego, poprzez zastosowanie metody nanoszenia fluidyzacyjnego lub fluidyzacyjno-elektrostatycznego, lub płomieniowego, lub zanurzeniowego, lub elektrostatycznego, lub elektroforetycznego. Sposób nanoszenia nanopowłok krzemianowych znajduje zastosowanie w szczególności w pokrywaniu elementów konstrukcyjnych maszyn i urządzeń, w szczególności kul zaworów, zwłaszcza w instalacjach wodnych.

Zgł. nr 434560

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W POZNANIU, Poznań

Ligaj M., Wojciechowska P.

Przeciwdrobnoustrojowy preparat na bazie żelaza i ekstraktu roślinnego, sposób jego otrzymywania i zastosowanie

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób przygotowania przeciwdrobnoustrojowego preparatu na bazie żelaza i ekstraktu roślinnego, charakteryzujący się tym, że susz roślinny miesza się z wodą albo

roztworem wodnym, przy czym stosunek mas. susz: woda wynosi 1:5–1:30, korzystnie 1:10–1:20, po czym mieszaninę wytrząsa się w temp. 20–100°C, korzystnie 40–100°C, korzystnie 60–90°C, przez co najmniej 10 min, korzystnie przez co najmniej 30 min, najkorzystnie przez co najmniej 1 h, otrzymując ekstrakt wodny suszu roślinnego, następnie otrzymany ekstrakt wodny suszu roślinnego oddziela się od stałej pozostałości suszu roślinnego i do ekstraktu wodnego suszu roślinnego dodaje się roztwór soli żelaza Fe(II) albo Fe(III), albo mieszaniny soli żelaza Fe(II) i Fe(III) o stężeniu 0,01–2 M, korzystnie 0,05–1 M, mieszając, przy czym stosunek objętościowy roztwór soli:ekstrakt wodny suszu roślinnego wynosi 1:1–1:10, korzystnie 1:2–1:5, następnie dostosowuje się wartość pH do poziomu 5,0–6,5, aż do uzyskania precypitacji osadu, który zawiera aktywne cząstki żelaza, po czym otrzymaną zawiesinę aktywnych cząstek żelaza stabilizuje się przez dodanie 0,001–5%, korzystnie 0,005–0,5% (w/v) kwasu α -liponowego względem objętości zawiesiny.

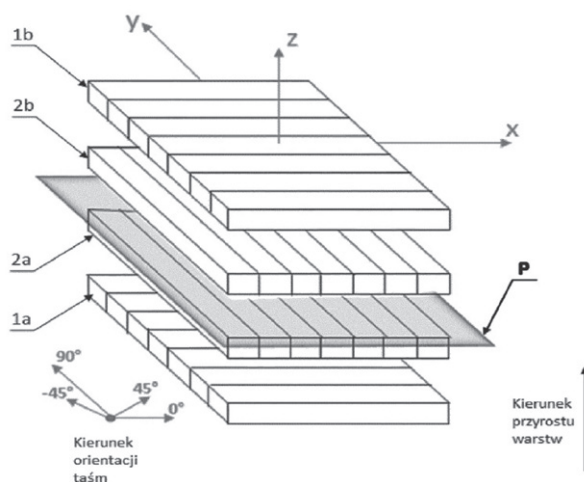
Zgł. nr 434637

POLSKIE ZAKŁADY LOTNICZE SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Mielec

Farbaniec K., Głodzik M., Banaś A.

Sposób wytwarzania komponentów kompozytowych

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania komponentów kompozytowych polegający na układaniu wielu zestawów taśm jednokierunkowych w technologii automatycznego układania taśm lub włókien. Istota sposobu polega na tym, że warstwy jednokierunkowe o tej samej orientacji taśm lub włókien układa się z przesunięciem bocznym między tymi warstwami jednokierunkowymi tak, że poszczególne taśmy lub włókna co najmniej dwóch warstw jednokierunkowych o tej samej orientacji przesunięte są względem siebie o wartość określoną przez odcinek przebiegający w kierunku prostopadłym do kierunku układania taśm lub włókien i równoległe do płaszczyzny symetrii (P), przy czym wartość jest inna niż wielokrotność szerokości pojedynczej taśmy lub włókna.



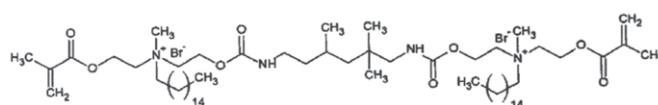
Zgł. nr 434582

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice

Barszczewska-Rybarek I., Chrószcz M.

Żywica uretanowo-dimetakrylanowa o właściwościach antybakteryjnych, do spoiw stomatologicznych kompozytowych materiałów rekonstrukcyjnych oraz sposób jej otrzymywania, zastosowanie

Przedmiotem zgłoszenia jest żywica uretanowo-dimetakrylanowa o wzorze ogólnym 11, w którym $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-(\text{CO})\text{O}-$ to grupa metakrylanowa, $>\text{N}^+<$ czwartorzędowa grupa amoniowa, Br⁻ anion bromkowy, CH_3- grupa metylowa, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_2-$ grupa heksadecylova, $-\text{NH}(\text{CO})\text{O}-$ wiązanie uretanowe, charakteryzująca się tym, że składa się z dwóch jednostek skrzydłowych pochodzących od bromku [2(metakroiloksy)etylo]heksadecylo-2-hydroksyetylometyloamoniowego, gdzie $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-(\text{CO})\text{O}-$ to grupa metakrylanowa metakrylanowa, $>\text{N}^+<$ czwartorzędowa grupa amoniowa, Br⁻ anion bromkowy, CH_3- grupa metylowa, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_2-$ grupa heksadecylova, OH- grupa hydroksylowa, oraz rdzenia pochodzącego od diizocyjanianu trimetylo-1,6-heksametyleny, gdzie CH_3- to grupa metylowa, a NCO- grupa izocyjanianowa. Ponadto zgłoszenie obejmuje także sposób otrzymywania żywicy uretanowo-dimetakrylanowej, o wzorze 11, oraz jej zastosowanie.



wzór 11

Zgł. nr 434555

ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE, Szczecin

Morawski A.W., Kusiak-Nejman E.

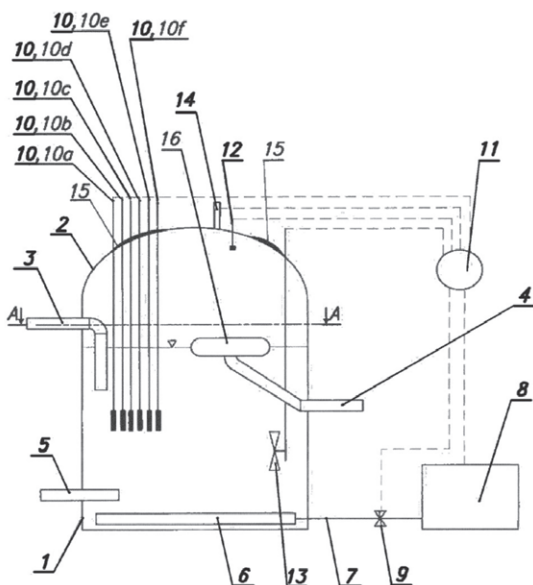
Sposób oczyszczania lub zabezpieczania powierzchni cementowych i zastosowanie ditlenku tytanu do oczyszczania lub zabezpieczania powierzchni cementowych

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób oczyszczania lub zabezpieczania powierzchni cementowych z wykorzystaniem fotoaktywnego ditlenku tytanu w formie anatazowej, charakteryzujący się tym, że fotoaktywny ditlenek tytanu w formie anatazowej miesza się z gliceryną do uzyskania jednolitej zawiesiny, następnie zawiesinę wciera się mechanicznie w powierzchnię cementową do uzyskania suchej powierzchni, po czym nadmiar ditlenku tytanu usuwa się poprzez przemycie strumieniem wody, następnie całość poddaje się naświetlaniu żarówkami, przy czym udział masowy ditlenku tytanu w zawiesinie wynosi 1–60%. Zgłoszenie obejmuje także zastosowanie ditlenku tytanu w formie anatazowej do oczyszczania lub zabezpieczania powierzchni cementowych, które charakteryzuje się tym, że ditlenek tytanu stosuje się w zawiesinie z gliceryną w ilości 1–60% mas.

Zgł. nr 434734

**POLITECHNIKA RZESZOWSKA IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA,
Rzeszów****Masłoń A., Czarnota J.***Urządzenie do oczyszczania ścieków oraz sposób oczyszczania ścieków z wykorzystaniem tego urządzenia*

Przedmiotem zgłoszenia jest urządzenie do oczyszczania ścieków oraz sposób oczyszczania ścieków z wykorzystaniem tego urządzenia. Urządzenie do oczyszczania ścieków zawiera zbiornik (1) z zamocowanym do niego w górnej jego części przewodem dopływowym (3) dla ścieków surowych oraz z zamocowanym po stronie przeciwnej do przewodu dopływowego (3) przewodem odpływowym (4) dla ścieków oczyszczonych oraz z umieszczonym w dolnej jego części przewodem wyprowadzającym (5) dla osadu nadmiernego. W dolnej części zbiornika (1) w jego wnętrzu umieszczony jest napowietrzacz (6) połączony z dmuchawą (8) przewodem rurowym (7) wyprowadzonym na zewnątrz zbiornika (1). Ponadto zawiera ono pokrywę (2) zbiornika (1), co najmniej jedną sondę (10), sterownik (11), czujnik ciśnienia (12), zawór odpowietrzający (14), przepustnicę (9) powietrza oraz co najmniej jedno mieszadło (13) mechaniczne. Przepustnica (9) powietrza umieszczona jest na przewodzie rurowym (7) pomiędzy dmuchawą (8) a napowietrzaczem (6). Pokrywa (2) zbiornika (1) ma kształt kopuły i zawiera otwory. W co najmniej jednym otworze pokrywy (2) zamocowana jest sonda (10), która połączona jest ze sterownikiem (11), a jej czujnik umieszczony jest wewnątrz zbiornika (1). Przez kolejny otwór w pokrywie (2) do wnętrza zbiornika (1) wprowadzony jest czujnik ciśnienia (12). Przez co najmniej jeden kolejny otwór w pokrywie (2) do wnętrza zbiornika (1) wprowadzone jest mieszadło (13) mechaniczne, którego wejście połączone jest ze sterownikiem (11). Wyjścia sterownika (11) połączone są z wejściami dmuchawy (8) i przepustnicy (9) powietrza. W pokrywie (2) zbiornika (1) zamocowany jest zawór odpowietrzający (14), którego wejście jest połączone z wyjściem sterownika (11).



Zgł. nr 434684

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT NOWYCH SYNTEZ
CHEMICZNYCH, Puławy; INSTYTUT WŁÓKIEŃ NATURALNYCH
I ROŚLIN ZIELARSKICH, Poznań****Zimniewska M., Romanowska B., Schmidt-Przewoźna K.,
Zajączek K., Rój E., Konkol M., Tyśkiewicz K., Kamiński P.,
Wiejak R.***Sposób barwienia tkanin i materiałów polimerowych*

Sposób polega na wytworzeniu ekstraktów polarnego barwnika w procesie ekstrakcji z użyciem ditlenku węgla w stanie nadkrytycznym z nawilżonego surowca barwierskiego do wilgotności 30–45%, korzystnie 40%, a następnie przepuszczeniu otrzymanej mieszaniny ekstraktu, ditlenku węgla i wody przez tkaninę lub materiał polimerowy pochodzenia roślinnego poddany barwieniu, w którym zachodzi proces adsorpcji barwnika w jednym ciągu technologicznym w temp. 50–95°C, korzystnie 80°C, i ciśnieniu 200–400 bar, korzystnie 300 bar.

Zgł. nr 434715

**NANO XO SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Warszawa****Wolska-Pietkiewicz M., Jędrzejewska M., Bojarski E., Lewiński J.***Sposób wytwarzania nanocząstek tlenowo-cynkowych, nanocząstki nadtlenu cynku otrzymane tym sposobem oraz ich zastosowanie*

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania nanocząstek tlenowo-cynkowych, w którym prekursor cynkoorganiczny poddaje się działaniu czynnika utleniającego, przy czym jako prekursor cynkoorganiczny stosuje się związek o wzorze $(R)_n(Zn)_m(L)_y(X)_z$, w którym R oznacza liniową, rozgałęzioną lub cykliczną grupę alkilową C1-C10 lub liniową, rozgałęzioną lub cykliczną grupę alkenylową C1-C10, grupę benzylową, grupę fenyłową, grupę mezytylową, w których dowolny atom wodoru może być podstawiony atomem fluoru, chloru, bromu lub jodu; L oznacza neutralny donorowy ligand organiczny wybrany z grupy związków organicznych obejmujących aminę, fosfinę, tlenek fosforyny, sulfotlenek, keton, amid, iminę, eter, mocznik i jego organiczne pochodne, aminosilan lub perfluorowane pochodne tych związków, lub mieszaniny tych związków; X oznacza monoanionowy ligand organiczny pochodzący ze związku organicznego X-H, gdzie H oznacza atom wodoru o właściwościach kwasowych, przy czym związek X-H oznacza kwas karboksylowy, amid, aminę, imid, alkohol, mono- lub diester kwasu fosforowego(V), organiczne pochodne kwasu fosfinowego lub fosfonowego, fenol, merkaptan, hydroksykwas, aminokwas, hydroksyamid, aminoamid, hydroksyester, aminoester, hydroksyketon, aminoketon, mocznik i jego organiczne pochodne, silanol, aminosilan, merkaptosilan i organiczne pochodne alkoksylanu lub perfluorowane pochodne tych związków, lub mieszaniny tych związków; m i n oznaczają liczby całkowite od 1 do 10; y i z oznaczają liczby całkowite od 0 do 10,

przy czym jako czynnik utleniający stosuje się nadtlenek wodoru, kwas nadoctowy lub ozon, i prekursor cynkoorganiczny poddaje się działaniu czynnika utleniającego w atmosferze gazu obojętnego. Przedmiotem wynalazku są również nanocząstki nadtlenu cynku wytworzone za pomocą określonego powyżej sposobu oraz ich zastosowanie jako materiałów antybakteryjnych i bakteriostatycznych, jako składnika mieszanek pirotechnicznych, jako fotokatalizatora oraz jako jednoskładnikowych nieorganicznych prekursorów nanometrycznych form tlenku cynku (ZnO).

Zgł. nr 434793

**PAKPOLAND SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Kruszyn
Kasprowicz K.**

Kompozycja polimerowa powlekająca, sposób jej wytwarzania oraz sposób powlekania włókniny kompozycją polimerową powlekającą

Przedmiotem wynalazku jest kompozycja polimerowa powlekająca charakteryzująca się tym, że zawiera: polietylen o niskiej gęstości w zakresie 0,921–0,923 g/cm³ (LDPE) w ilości 55–78% mas., kopolimer o gęstości 0,935–0,940 g/cm³ w ilości 10–37% mas., plastomer o gęstości 902 g/cm³ lub polietylen o gęstości 0,62 g/cm³ w ilości 5% mas., kompatybilizator w ilości 1,5–3% mas., oraz sposób jej wytwarzania. Wynalazek dotyczy również sposobu powlekania włókniny kompozycją polimerową powlekającą, który polega na tym, że w pierwszym etapie włókninę polipropylenową o gramaturze 60–120g/m² aktywuje się wyładowaniami koronowymi w powietrzu, a następnie na tak przygotowaną powierzchnię włókniny wytłacza się kompozycję polimerową zawierającą: polietylen o niskiej gęstości w zakresie 0,921–0,923 g/cm³ (LDPE) w ilości 55–78% mas., kopolimer o gęstości 0,935–0,940 g/cm³ w ilości 10–37% mas., plastomer o gęstości 902 g/cm³ lub polietylen o gęstości 0,62 g/cm³ w ilości 5% mas., kompatybilizator w ilości 1,5–3% mas. w temp. do 200°C i następnie poddaje się kalandrowaniu przy użyciu walców kalandrujących, w wyniku czego otrzymuje się włókninę powleczoneą kompozycją polimerową.

Zgł. nr 434654

**UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ, Lublin
Gawdzik B., Puszka A., Matynia T.**

Sposób wytwarzania materiału opakowaniowego z pulpy celulozowej

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania materiału opakowaniowego z pulpy celulozowej otrzymanej z masy makulaturowej rozwłóknianej i roztwarzanej przy pomocy mieszańca oraz środka zwilżającego, jakim jest woda, który polega na tym, że przebiega początkowo w temperaturze pokojowej, przy bezustannym mieszaniu, aż do uzyskania homogenicznego produktu i dodawa-

niu kolejno reagentów w odniesieniu do 1 cz. mas. rozdrobnionej masy makulaturowej w ilości: 9–20 cz. mas. wody, 0,05–0,20 cz. mas. krzemianu alkalicznego o gęstości 1,15–1,71 g/cm³, 0,01–0,30 cz. mas. 30-proc. roztworu nadtlenu wodoru, a na koniec 0,5–1,0 cz. mas. kwasu solnego rozcieńczonego w stosunku 1:4 dla uzyskania pH mieszaniny o wartości 1–3 i strącenia kwasu polikrzemowego pełniącego funkcję lepiszcza, następnie w końcowym etapie zawartość mieszalnika przenosi się na sito o wielkości oczek nie większej niż 0,18 mm, równomiernie rozprowadza do żądanej grubości i pozostawia do grawitacyjnego odsączenia, po czym suszy się i pozostawia w przewiewie w temp. 60–65°C.

Zgł. nr 434839

**CANPACK SPÓŁKA AKCYJNA, Kraków
Wodka D.**

Sposób wytwarzania powłoki interferencyjnej

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania powłoki interferencyjnej na powierzchni wyrobu ze stopu albo stopów aluminium obejmujący anodowanie i barwienie elektrochemiczne z użyciem prądu przemiennego, który polega na tym, że elektrolit stosowany podczas barwienia elektrochemicznego zawiera siarczan(VI) miedzi(II) w ilości 1–100 g/L, kwas borowy w ilości 1–40 g/L i kwas winowy w ilości 0,1–20 g/L

Zgł. nr 434718

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT CHEMII PRZEMYSŁOWEJ IMIENIA PROFESORA IGNACEGO MOŚCICKIEGO, Warszawa

Abramowicz A., Obłój-Muzaj M., Pawłowski S., Kumosiński M., Firlik S.

Kompozycja stabilizująco-uniepalniająca do zawierających chlorowiec polimerów winylowych, sposób jej otrzymywania oraz zawierająca chlorowiec stabilizowana kompozycja polimerowa o obniżonej palności

Przedmiotem wynalazku jest kompozycja stabilizująco-uniepalniająca do zawierających chlorowiec polimerów winylowych, zwłaszcza do poli(chlorku winylu) (PVC), zawierająca, w przeliczeniu na 100 cz. mas. kompozycji, 18–48 cz. mas. stearynianu wapnia (CaSt₂), 4,8–10 cz. mas. stearynianu cynku (ZnSt₂), 3,4–19 cz. mas. alkoholu wielowodorotlenowego, 11–31 cz. mas. smaru, 10–50 cz. mas. środka opóźniającego palność oraz 0,04–5,1 cz. mas. nanokrzemionki, przy stosunku mas. soli CaSt₂ do ZnSt₂ wynoszącym 2,5/1–6/1, stosunku mas. alkoholu wielowodorotlenowego do soli cynkowej kwasu stearynowego ZnSt₂ wynoszącym 0,5/1–2/1, stosunku mas. smaru do alkoholu wielowodorotlenowego zawartym w zakresie 1,5/1–5/1 oraz stosunku mas. nanokrzemionki do

sumarycznej ilości soli CaSt_2 i ZnSt_2 wynoszącym 0,001–0,2. Wynalazkiem jest również sposób otrzymywania określonej powyżej kompozycji stabilizująco-uniepalniającej, który polega na wymieszaniu w mieszalniku podanych składników, oraz wytlóczeniu otrzymanej mieszaniny w wytłaczarce w temp. 25–140°C, zaś otrzymany produkt ma postać granulek. Wynalazkiem jest także zawierająca chlorowiec stabilizowana kompozycja polimeru winylowego o obniżonej palności, która w stosunku do 100 cz. mas. polimeru zawiera 3–10 cz. mas. określonej powyżej kompozycji stabilizująco-uniepalniającej.

Zgł. nr 434842

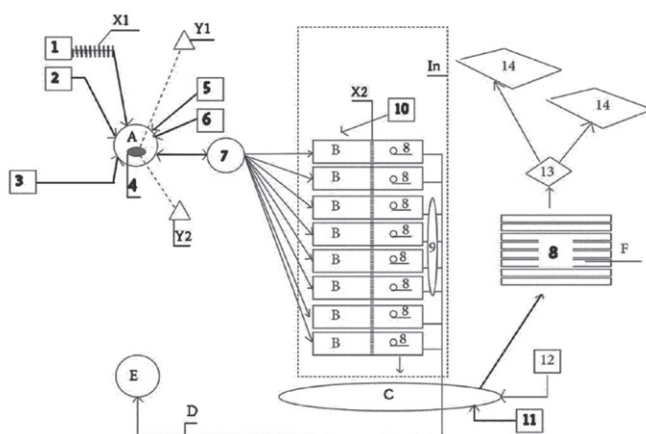
MAKEGROWLAB SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Puławy

Brito M.R., Brito R.J.

Sposób produkcji arkuszy powstałych w wyniku fermentacji biomasy, przeznaczonych do wytwarzania materiałów użytkowych

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób produkcji arkuszy powstałych w wyniku fermentacji biomasy, przeznaczonych do wytwarzania materiałów użytkowych, w którym na początek gromadzi się odpady rolnicze, leśne i spożywcze, które dalej rozdrabnia się i pozostawia w celu biodegradacji, a następnie z uzyskanej w ten sposób biomasy wyciska się płyn, który w kolejnym etapie wraz z uzyskaną biomasą gotuje się w wodzie od 30 min do 2 h w temp. co najmniej 120°C, po zakończeniu procesu gotowania z uzyskanej z płynu biomasy i wody mieszaniny odsącza się w ilości 1 L surowiec podstawowy charakteryzujący się tym, że w kolejnym etapie odsączony surowiec podstawowy (1) filtruje się za pomocą posiadającego otwory o wielkości 0,2–2 mm materiału filtrującego (X1), a dalej przefiltrowany surowiec podstawowy (1) kieruje się do kotła mieszalniczego (A), w którym następuje proces mieszania surowca podstawowego (1) jednocześnie z następującymi składnikami w następujących proporcjach: solą amonową kwasu siarkowego $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (2) w ilości 5% oraz stanowiącym wyodrębnione mikroorganizmy, produkujące celulozę lub mikroorganizmy w symbiozie z drożdżakami, będącym w postaci zawiesiny materiałem inokulacyjnym (3) w ilości 5–70% i dalej tak powstały w wyniku mieszania w kotle mieszalniczym (A)

roztwór (4) poddaje się za pomocą miernika pH (Y1) sprawdzeniu wartości pH i w zależności od wartości pH do roztworu (4) dodaje się kwas octowy CH_3COOH (5), przy czym dodanie kwasu octowego CH_3COOH (5) następuje aż do uzyskania pH roztworu (4) wynoszącego co najmniej 3, ale nie więcej niż 4,5, po czym w zmieszonym z kwasem octowym CH_3COOH (5) roztworze (4) dokonuje się sprawdzenia się za pomocą refraktometru (Y2) poziomu cukrów i w przypadku ilości poziomu cukrów wynoszącej poniżej 5% roztwór (4) uzupełnia się płynną glukozą (6) aż do uzyskania poziomu cukrów w ilości 5%, po czym uzupełniony płynną glukozą (6) roztwór (4) odstawia się na okres nie przekraczający 7 dni, a następnie tak przygotowaną po uprzednich czynnościach w kotle mieszalniczym (A) powstałą mieszaninę zasadniczą (7) wlewa się do pojemników (B), przy czym część mieszaniny zasadniczej (7) pozostawia się w kotle mieszalniczym (A), a następnie wlewa do pojemników (B) mieszaninę zasadniczą (7) poddaje się w temp. 25–33°C samoczynnemu procesowi inkubacji (In), przy czym cyklicznie, co ok. 14 dni, przez cały okres procesu inkubacji (In) wlewa do pojemników (B) mieszaninę zasadniczą (7) uzupełnia się pozostawionym uprzednio w kotle mieszalniczym (A) roztworem (4), aż do wyrównania pożądanego poziomu, po czym w pojemnikach (B) od mieszaniny zasadniczej (7) odsącza się za pomocą sita (X2) surowiec wstępny (8), który następnie kieruje się z pojemników (B) do zasobnika (C), natomiast pozostała w pojemnikach (B) w wyniku odsączenia surowca wstępnego (8) pozostałość płynną (9) kieruje się jest za pośrednictwem rury (D) do kotła (E), jednocześnie do opróżnionych z surowca wstępnego (8) oraz pozostałości płynnej (9) pojemników (B) kierowana jest celu oczyszczenia będąca w temp. 50–60°C woda (10), po czym umiejscowiony w zasobniku (C) surowiec wstępny (8) poddaje się procesowi oczyszczenia roztworem wodorotlenku sodu NaOH (11) w ilości 0,1–2%, a następnie oczyszczony surowiec wstępny (8) poddaje się procesowi nasączenia roztworem glicerynowym $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})$ (12) w ilości 2–20% przez okres nie przekraczający 120 min, a dalej nasączony roztworem glicerynowym $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})$ (12) surowiec wstępny (8) poddaje się procesowi suszenia w temp. 20–35°C przez okres nieprzekraczający 7 dni na podłożach (F), a dalej po zakończeniu procesu suszenia powstały na podłożach (F) surowiec zasadniczy (13) odseparowywany zostaje od podłoża (F) i cięty na arkusze (14).



Zgł. nr 434805

GT POLAND LTD SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Gdańsk
Szypiłow A.*Sposób zabezpieczenia antykorozyjnego powierzchni konstrukcji stalowych budowli hydrotechnicznych, zwłaszcza usytuowanych w środowisku morskim*

Sposób zabezpieczenia antykorozyjnego powierzchni konstrukcji stalowych budowli hydrotechnicznych, zwłaszcza usytuowanych w środowisku morskim, polegający na odizolowaniu miejsca uszkodzenia od dostępu wody, osuszeniu powierzchni podlegającej naprawie i jej wstępnym oczyszczeniu sposobem strumieniowo-ściernym, charakteryzuje się tym, że wizualnie ustala się miejsca usytuowania wżerów, po czym indywidualnie każdy wżer oczyszcza się z jakichkolwiek śladów rdzy. Następnie każdy wżer wypełnia się kompozytem chemoutwardzalnym mającym postać polimerowej osnowy wzmocnionej poprzez dyspersyjnie napełnienie kryształami stali stopowej z dodatkami krzemu oraz drobinami węglików krzemu. Po utwardzeniu kompozytu miejsca wypełnione kompozytem wygładza się mechanicznie w znany sposób i całą naprawianą powierzchnię pokrywa się znaną zabezpieczającą powłoką przeciwkorozyjną przeznaczoną do antykorozyjnej ochrony stali.

Zgł. nr 434809

VENT TRADE SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Gdańsk
Koszlak R., Chaciński J.*Środek do nanopowłokowej ochrony antykorozyjnej hydrofobowej i oleofobowej zwłaszcza do elementów stalowych*

Przedmiotem zgłoszenia jest środek do nanopowłokowej ochrony antykorozyjnej, hydrofobowej, oleofobowej do elementów stalowych składający się ze składnika bazowego w postaci sieciowanych siloksanów, środków sieciujących oraz rozpuszczalników wodnych, który charakteryzuje się według wynalazku tym, że składa się ze środka bazowego w postaci tetraetoksylanu w ilości 45–95% mas., substancji oleofobowych w postaci pentafluoroetanu w ilości 20–60% mas., substancji hydrofobowych w postaci tetrafluoroetanu w ilości 2–15% mas., oraz środka sieciującego w postaci krzemionki w ilości 0,2–5,0% mas.. Wynalazek obejmuje również sposób ww. aplikacji środka.

WYDAWNICTWO SIGMA-NOT 

POŁĄCZENIE sił to POCZĄTEK,
POZOSTANIE razem to POSTĘP,
WSPÓLNA praca to
SUKCES

Wszystkim czytelnikom,
reklamodawcom
oraz autorom współtworzącym
nasze wydania
DZIĘKUJEMY za to,
że jesteście z NAMI

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 oddać 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 zawiera 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 oznaczają 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 edytorem (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 oznaczyć 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. Gwiazdką (*) 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 (stylizacyjnych) oraz skracania artykułów w przypadku występowania w nich powtórzeń i rozbieżności.

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.

X KONGRES TECHNOLOGII CHEMICZNEJ 2022

POLITECHNIKA
WROCŁAWSKA

 11 - 14.05.2022



www.techem10.pwr.edu.pl

X KONGRES W NOWEJ ODSŁONIE

NEW

☐ Inkubator innowacji

☐ Spotkania B2B

Inkubator projektów

☐ Otwarte laboratoria

Wydziału Chemicznego

☐ Meeting room

Science&Business

☐ Debaty

REFERATY USTNE I SESJE PLAKATOWE W 5 SEKCJACH

☐ Plenarna

☐ Technologie produktów specjalistycznych

☐ Technologie produktów podstawowych

☐ Technologie dla gospodarki o obiegu zamkniętym

☐ Biotechnologie



Aplikacja TeChem10
na smartfony



TeChem10



Biurowo Kongresu
Politechnika Wrocławska
ul. Smoluchowskiego 25
50 - 372 Wrocław



+48 71 320 24 86



techem10@pwr.edu.pl



19-23.06.2022 Łódź

XI POLSKA KONFERENCJA CHEMII ANALITYCZNEJ

