

KONFERENCJA NAUKOWA



Kraków
Miastem
Startupów

#^{START}KRK^{UP}

KITS 2019

VII edycja

42

POSTERÓW NAUKOWYCH

49

UCZESTNIKÓW



Kraków

KRK InnoTech Summit 2019

Kraków Miastem Startupów to fundacja non-profit, którą tworzą młodzi naukowcy, przedsiębiorcy i studenci zainteresowani krakowską sceną start-upową. Celem fundacji jest wspieranie rozwoju ekosystemu start-upowego w Krakowie. Od 2017 roku priorytetowym działaniem fundacji jest program pre-akceleracji inicjatyw biznesowych opartych na technologiach akademickich.

Konferencja **KITS 2019 - VII edycja** odbyła się w ramach projektu **KRK InnoTech Week**, który polega na cyklicznych wydarzeniach wpisujących się w ideę budowy trwałych i skutecznych połączeń między środowiskiem akademickim i ekosystemem start-upowym w Krakowie. Dostarcza także wiedzę studentom krakowskich uczelni w tematyce przedsiębiorczości, czego celem jest wsparcie rozwoju gospodarczego.

Konferencja dla młodych naukowców, której celem jest budowanie relacji pomiędzy nauką a biznesem została zorganizowana 25 października 2019 przy Uniwersytecie Rolniczym. Wydarzenie stało się odpowiedzią na wyzwania związane z transferem technologii z uczelni do biznesu. Konferencja zgromadziła w jednym miejscu: młodych naukowców (posiadających pomysły technologiczne), przedsiębiorców (umiejących stworzyć innowacyjny model biznesowy) oraz inwestorów (skłonnych do wspierania ryzykownych projektów). Dla aktywnego udziału w konferencji zostali zaproszeni młodzi naukowcy, którzy zaprezentowali swój dorobek naukowy w postaci posterów naukowych.

KRK InnoTech Summit 2019

Opracowanie:

Barbara Markowicz - Youth Project Manager/Kraków Miastem Startupów

Opracowanie zawiera streszczenia materiałów zaprezentowanych w formie posterów podczas konferencji naukowej *KITS: 2019 VII edycja dla młodych naukowców*, która odbyła się 25 września 2019 r. w Uniwersytecie Rolniczym im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, w klubie Arka, w ramach programu *KRK InnoTech Summit 2019*. Za treść odpowiadają autorzy poszczególnych tekstów.

Wydawca:

Fundacja Kraków Miastem Startupów,
ul. Dolnych Młynów 3/1, 31-124 Kraków
e-mail: barbara.markowicz@kms.org.pl

Partnerzy:



SPIS TREŚCI

Zastosowanie glinokrzemianów w redukcji emisji tlenków azotu ze źródeł stacjonarnych.....	7
Warstwy glinowe jako potencjalny nośnik katalizatorów	8
Innowacyjne szkła nawozowe o chemicznej aktywności w środowisku glebowym.....	9
Mieszane tlenki o zmiennej zawartości CuO jako katalizator do procesu SCR-NH ₃	11
Betony ogniotrwałe o zwiększonej odporności korozyjne	12
Możliwości zagospodarowania popiołów lotnych w procesie mineralnej karbonatyzacji.....	14
Development of novel electrode materials based on nanoporous silver foams for degradation of halogen-containing organic compounds.....	16
Elektroosadzanie stopu Cu-Sn-TiO ₂ o ulepszonych właściwościach przeciwbakteryjnych...	17
Wykorzystanie nanowłóknistych membran węglowych do odsalania i oczyszczania wody...	19
Wpływ dodatków hydroksykwasów na proces obróbki cieplnej betonów ogniotrwałych	20
Badania nad procesem oczyszczania złomów lin nośnych i przewodów jezdnych przeznaczonych do produkcji nowego osprzętu górnej sieci trakcyjnej... ..	22
Energy conversion using renewable energy sources on the example of Royal Dutch Shell - enterprise operating in the fuel sector... ..	23
Reakcyjne spiekanie tlenku glinu w obecności wybranych mineralizatorów z układu czteroskładnikowego MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -H ₂ O.....	24

KRK InnoTech Summit 2019

Kompozytowy materiał katodowy $\text{YFe}_{0,5}\text{Co}_{0,5}\text{O}_3\text{--La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{MnO}_3$ –d do wysokotemperaturowych ogniw paliwowych.....	26
Właściwości elektryczne nanokompozytów hierarchicznych nanowłókna węglowe/nanorurki węglowe.....	28
Nowa koncepcja hybrydowych kondensatorów elektrochemicznych o dużej gęstości energii.....	29
Data science, sztuczna inteligencja i przewidywania zużycia energii elektrycznej... ..	30
Charakterystyka własności i mikrostruktury wysokowytrzymałych dwufazowych stopów CuMg.....	31
Nanostrukturalna warstwa wierzchnia otrzymana metodą SMAT w magnezie... ..	32
System stabilizacji żyroskopowej dla jednośladów	34
Perspectiva.....	36
Advanced biomaterials for wound healing: synthesis and characterization.....	37
Biokompatybilne układy transdermalne do zastosowań w terapii przeciwnowotworowej.....	38
Nanocząstki magnetyczne jako innowacyjne nośniki substancji aktywnych stosowanych w chemioterapii.....	39
Potential application of transparent ceramic in medicine.....	40
Synteza polimerowych nośników leku... ..	41
Cementy specjalne przeznaczone do betonów osłonowych w konstrukcjach narażonych na promieniowanie jonizujące.....	42

KRK InnoTech Summit 2019

Funkcjonalizacja powierzchni polimerowych metodą sonochemiczną: implanty z kontrolowaną kinetyką uwalniania substancji bioaktywnych...	44
Otrzymywanie układów poliuretanowych modyfikowanych cząstkami magnetycznymi do zastosowań ortopedycznych...	45
Hydrożele pochodzenia naturalnego do regeneracji tkanki chrzęstnej...	47
Monowarstwy Langmuira jako lipidowe matryce do zastosowań biomedycznych...	49
Reakcja komórek raka pęcherza moczowego na stres oksydacyjny. Próby detekcji 8-oksodeoksyguanozyny	51
Badania rozdzielania i bioaktywności acylowanych oligoform betacyjaninowych...	53
Nanomateriały węglowe do zastosowań w biodetekcji substancji aktywnych biologicznie...	54
POPC/POPE supported lipid bilayers intercalated with quantum dots : effect of QD size on bilayer formation and structure...	55
Antybakteryjne warstwy na tytanowych implantach medycznych...	57
Bioaktywne środki hemostatyczne oparte o chitozan i inne substancje pochodzenia naturalnego...	58
Bioaktywne układy polimerowo-nieorganiczne do zastosowań w stomatologii personalizowanej...	59
Zaawansowane nankompozyty chitozan/ZnO NPs do zastosowań w transdermalnym dostarczaniu substancji leczniczych dedykowanych dla schorzeń przewlekłych układu sercowo-naczyniowego	60
Wpływ materiałów fazowo-zmiennych na właściwości termiczne poliuretanosacharydów...	61

KRK InnoTech Summit 2019

Wpływ bioaktywnych szkieł na wybrane właściwości hydrożeli na bazie kolagen... ..	63
Materiały poliuretanowe modyfikowane funkcjonalizowaną ceramiką bioaktywną do regeneracji tkanki kostnej... ..	64
Medycyna integracyjna - odpowiedzią na potrzeby pacjentów... ..	66

Zastosowanie glinokrzemianów w redukcji emisji tlenków azotu ze źródeł stacjonarnych

mgr inż. Agnieszka Szymanek¹

dr hab. Monika Motak¹, dr inż. Bogdan Samojeden¹

Selektywna redukcja katalityczna amoniakiem ($\text{NH}_3\text{-SCR}$) jest obecnie najefektywniejszą i najczęściej stosowaną technologią ograniczającą emisję tlenków azotu (NO_x). Użycie katalizatora komercyjnego $\text{V}_2\text{O}_5\text{-TiO}_2$ stwarza pewne istotne problemy, takie jak toksyczność wanadu i jego akumulację w glebie, a także dezaktywację przez SO_2 oraz cząstki popiołów lotnych. Katalizator ten jest również stosunkowo drogi i trudny w utylizacji związanej dodatkowo z wysokimi nakładami finansowymi. Wobec powyższego, poszukuje się alternatywnych, efektywnych i przede wszystkim tanich katalizatorów substytucyjnych.

Glinokrzemiany warstwowe stanowią potencjalny prekursor nowego katalizatora procesu $\text{NH}_3\text{-SCR}$. Przedstawicielami tej grupy materiałów są bentonit i wermikulit, które charakteryzują się specyficzną budową umożliwiającą łatwe wprowadzenie kationów metali aktywnych katalitycznie. Dodatkowy atut stanowi niska cena spowodowana ich dużą zasobnością w środowisku. Modyfikacje takie jak aktywacja kwasowa i interkalacja pozwalają na poprawę właściwości strukturalnych, takich jak powierzchnia właściwa, właściwości jonowymienne czy kwasowość, które są niezwykle istotne w zastosowaniach katalitycznych.

Celem niniejszej pracy było testowanie modyfikowanych glinokrzemianów warstwowych jako katalizatorów procesu $\text{NH}_3\text{-SCR}$. Próbkę otrzymaną w wyniku aktywacji kwasowej i interkalacji wyjściowego naturalnego bentonitu i wermikulitu poddawane były impregnacji odpowiednią ilością fazy aktywnej w postaci żelaza lub miedzi. Otrzymane materiały po kalcynacji charakteryzowane były za pomocą spektroskopii w podczerwieni oraz dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego. Testy katalityczne wykazały najwyższy stopień konwersji NO wynoszący około 95% dla bentonitu zawierającego żelazo jako fazę aktywną. Materiał ten wykazał także najniższą ilość N_2O , będącego produktem ubocznym reakcji obecnym w gazach odlotowych.

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Warstwy glinowe jako potencjalny nośnik katalizatorów

mgr inż. Izabela Rutkowska¹

dr Elżbieta Długoń¹, prof. dr hab. inż. Maciej Sitarz¹

prof. dr hab. Joanna Łojewska²

Nośniki katalizatorów są odpowiedzialne za zwiększenie powierzchni fazy aktywnej, zwiększenie mechanicznej i termicznej wytrzymałość katalizatora. Tlenek glinu, ze względu na swoje właściwości fizykochemiczne, jest perspektywnym materiałem jako nośnik katalizatora. Badania koncentrują się na warstwach z tlenku glinu, uzyskiwanych z organicznych i wodnych zoli, osadzanych metodą zol-żel (technika dip-coating) i osadzania elektroforetycznego, które po odpowiedniej obróbce cieplnej działają jako nośniki katalizatora. Skuteczność zastosowanych metod zbadano poprzez analizę właściwości powierzchni otrzymanych powłok. Morfologię i strukturę warstw analizowano za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej wraz z mikroanalizą rentgenowską, która wykazała, że w obu przypadkach uzyskano szczelne warstwy tlenku glinu na podłożach stalowych. Testy wytrzymałości wykazały dobrą adhezję warstw. W celu określenia charakteru powierzchni przeprowadzono również testy kąta zwilżania. Prekursor tlenku glinu analizowano przed i po wypaleniu, stosując spektroskopię absorpcyjną w podczerwieni. Wyniki testu wykazały obecność pasm pochodzących od wiązań Al-O dla glinu w konfiguracjach oktaedrycznych i tetraedrycznych. Dodatkowo zostały przeprowadzone testy aktywności katalitycznej. Uzyskane materiały są niezwykle obiecujące ze względu na swoje właściwości fizykochemiczne i powierzchniowe jako nośnik katalizatora.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu o nr 18.18.160.020027.

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

² Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii

Innowacyjne szkła nawozowe o chemicznej aktywności w środowisku glebowym

mgr inż. Anna Berezicka¹

dr hab. inż. Magdalena Szumera¹, dr inż. Justyna Sułowska¹

Innowacyjną metodę nawożenia stanowią szkliste nawozy mineralne, które zaaplikowane do środowiska glebowego, są źródłem składników użytecznych w formie przyswajalnej dla roślin oraz w ilości dopasowanej do ich aktualnego zapotrzebowania. Przestrzennie spolimeryzowana więźba krzemianowo-fosforanowa nawozów szklistych stanowi rezerwuuar pierwiastków użytecznych oraz warunkuje trwałość tych materiałów w wilgotnym środowisku glebowym. Proces uwalniania składników odżywczych do gleby jest regulowany przez wydzieliny korzeniowe roślin i spowolniony dzięki procesom zachodzącym na granicy faz szkło – roztwór glebowy.

Celem oceny możliwości praktycznego zastosowania nawozów szklistych podjęto badania, w których szkła z układu $\text{SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O-CaO-MgO}$ wzbogacone o mikroelementy w postaci tlenków żelaza i kobaltu poddano oddziaływaniu roztworów symulujących wydzieliny korzeniowe roślin (eksperyment w warunkach "in vitro") oraz gleb (eksperyment w warunkach "in vivo"). Symulację warunków panujących w otoczeniu systemów korzeniowych roślin w eksperymencie "in vitro" przeprowadzono poprzez rozpuszczenie badanych materiałów w 2% wodnym roztworze kwasu cytrynowego. Ilość uwolnionych pierwiastków odżywczych określono przy zastosowaniu metody ICP-AES. W eksperymencie "in vivo" badane obiekty doświadczalne poddano ekspozycji na różne warunki środowiska glebowego i na podstawie metody SEM/EDS określono wpływ czasu, odczynu gleby, temperatury środowiska inkubacji oraz rodzaju i zawartości modyfikatora na aktywność chemiczną zaprojektowanych szkieł nawozowych. Zaobserwowano również charakterystyczny mechanizm oddziaływania środowiska glebowego na materiały szkliste warunkujący ich spowolnioną rozpuszczalność w podłożu.

Wyniki przeprowadzonych eksperymentów mogą stanowić cenną wskazówkę dla dalszego projektowania szklistych nośników różnych mikro- oraz makroelementów oraz wytwarzania materiałów tego rodzaju na skalę przemysłową.

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Ceramiki i Materiałów Ogniotrwałych

Podziękowanie

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr 2018/31/D/ST8/03148 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Mieszane tlenki o zmiennej zawartości CuO jako katalizator do procesu SCR-NH₃

mgr inż. Paulina Summa¹

dr inż. Bogdan Samojeden¹; dr hab. Monika Motak, prof. AGH¹

Ze względu na coraz bardziej restrykcyjne normy dotyczące emisji tlenków azotu do środowiska, rośnie zapotrzebowanie na rozwój technologii mających na celu redukcję ilości tlenków azotu emitowanych przez wielkoskalowe instalacje przemysłowe. Na szeroką skalę stosuje się metodę opartą na selektywnej redukcji katalitycznej amoniakiem (SCR-NH₃). Katalizatory używane obecnie na skalę przemysłową tj. V₂O₅-WO₃/TiO₂ lub V₂O₅-MoO₃/TiO₂ są cechuje wysoka cena oraz optimum pracy w zakresie temperatur 400-500oC. Prowadzone są badania nad alternatywnym katalizatorem, który pracowałby w niższych temperaturach (bez konieczności podgrzewania gazów odlotowych) oraz niezawierające szkodliwy dla środowiska wanad. Obiecujące są szczególnie katalizatory oparte na węglach aktywowanych, glinokrzemianach i minerałach warstwowych, wykazujące satysfakcjonującą aktywność w temperaturach <200oC [literatura].

Przygotowano dwa zestawy próbek tlenkowych (X oznacza procent masowy miedzi w materiale):

- SCS_CuX został przygotowany na drodze metody syntezy spaleniowej
- HT_CuX otrzymano poprzez termalny rozkład syntetycznego hydrotalkitu.

Próbki scharakteryzowano tuż po syntezie oraz po kalcynacji metodami dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego, spektroskopii UV-Vis oraz spektroskopii w podczerwieni (FTIR). Następnie wykonano testy katalityczne wobec reakcji SCR-NH₃.

Badania wykazały, że optymalne stężenie miedzi w próbce wynosi 20% masowych miedzi oraz, że termiczny rozkład hydrotalkitów prowadzi do uzyskania materiałów o lepszych właściwościach katalitycznych niż synteza spaleniowa.

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Betony ogniotrwałe o zwiększonej odporności korozyjnej

mgr inż. Jakub Ramult¹

mgr inż. Karina Tyrała¹, mgr inż. Paulina Sarota¹, dr inż. Ryszard Prorok¹,

dr inż. Dominika Madej¹

Wraz z rozwojem wielu gałęzi przemysłu rośnie zapotrzebowanie na innowacyjne betony ogniotrwałe. Betony ogniotrwałe są chętnie wykorzystywane do wykonywania wyłożeń monolitycznych w urządzeniach cieplnych w przemyśle metalurgicznym. Aktualnie stosuje się ogniotrwałe betony korundowe na bazie spoiwa cementowego (niskocementowe, ultraniskocementowe) zawierające syntetyczny spinel magnezowo-glinowy. Kontakt ogniotrwałych betonów cementowych z żużłem stalowniczym powoduje powstawanie trójskładnikowych fazy topiących się kongruentnie: gehlenitu $\text{Ca}_2\text{Al}[\text{Al}_2\text{SiO}_7]$ i anortytu $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, a także faz glinianowo-wapniowych. Obecnie dostępny jest na rynku spinel prefabrykowany zarówno bogaty w Al_2O_3 , jak i w MgO . Materiały ogniotrwałe ze spinelem syntetycznym bogatym w Al_2O_3 dodawanym do frakcji drobnej wykazują wyższą odporność korozyjną niż te zawierające spinel bogaty w MgO . Wynika to z faktu, iż nadmiar MgO powoduje wzrost porowatości betonów ogniotrwałych, jego pękanie i łuszczenie się, co ułatwia proces wnikania żużla do wnętrza materiału. Żużel syntetyczny w zależności od rodzaju może charakteryzować się wysoką reaktywnością i niską lepkością. Zjawisko korozji znacznie skraca czas pracy betonów ogniotrwałych w urządzeniach przemysłu metalurgicznego.

Przedmiotem niniejszej pracy były betony ogniotrwałe korundowo-spinelowe na bazie spoiwa beczementowego zawierające reaktywne tlenki: Al_2O_3 , MgO i SiO_2 pełniące rolę spoiwa. Badania miały na celu analizę wpływu żużli syntetycznych o zmiennym stosunku CaO/SiO_2 , pochodzących z procesu VOD, na przebieg procesów korozyjnych beczementowych betonów korundowych modyfikowanych fazą spinelową. Odporność korozyjną zweryfikowano na podstawie badań przy użyciu metody kontaktowej. Na przekrojach próbek dokonano analizy stopnia przereagowania próbek betonowych korundowo-spinelowych po reakcji z ciekłym żużlem syntetycznym wykorzystując technikę SEM-EDS. Wykazano, iż spinel prefabrykowany dodawany w drobnej frakcji znacznie poprawia odporność korozyjną beczementowych betonów ogniotrwałych. Materiał

¹ AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics, Department of Ceramics and Refractories

w kontakcie z żużłem stalowniczym o najmniejszym stosunku masowym CaO/SiO_2 charakteryzował się większym stopniem przereagowania, natomiast materiał w kontakcie z żużłem o największym stosunku masowym CaO/SiO_2 charakteryzował się najniższym stopniem przereagowania.

Podziękowania

Praca realizowana w ramach programu LIDER VIII – nr umowy LIDER/5/0034/ L-8/16/NCBR/2017 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Możliwości zagospodarowania popiołów lotnych w procesie mineralnej karbonatyzacji

Jakub Sobala¹

dr. inż. Paweł Baran¹, dr. inż. Piotr Zabierowski¹,

dr. inż. Natalia Czuma¹; dr. hab. Katarzyna Zarębską, prof. AGH¹

W ciągu roku na całym świecie produkuje się ok 750 mln. ton popiołów lotnych o dużej zawartości wapna palonego. Popioły te należą do grupy HCFA - wysokowapniowe popioły lotne [1]. Ponadto ponad 50 % światowej emisji ditlenku węgla pochodzi ze spalarni śmieci oraz sektora energetycznego produkującego energię jak również paliwa [2]. Średnie zastosowanie popiołów lotnych w przemyśle oraz gospodarce na świecie wynosi tylko 16 % [3]. Popioły z grupy HCFA wykorzystuje się głównie do produkcji materiałów konstrukcyjnych, produkcji cementu oraz budowy dróg. W procesie karbonatyzacji mineralnej można wykorzystać zarówno popioły lotne jak również ditlenek węgla, w wyniku którego otrzymujemy stałe węglany [4]. Karbonatyzacja mineralna jest procesem jednoetapowym:

$$\text{CaO} + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3$$

Powyższa reakcja chemiczna zachodzi naturalnie w środowisku, lecz jej kinetyka oraz szybkość są bardzo wolne. Wpływa to również na wydajność procesu. W przemyśle w którym wykorzystuje się ditlenek węgla do mineralnej karbonatyzacji popiołów lotnych, kinetyka reakcji musi być znacznie szybsza. Dlatego w przeprowadzonym procesie badany surowiec podgrzewano przez cały okres przeprowadzanej analizy oraz stosowano różne ciśnienie. Kolejnym czynnikiem który wpływa na wydajność procesu karbonatyzacji mineralnej jest stopień mielenia badanego popiołu, jego pH oraz użycie odpowiedniego katalizatora.

W przeprowadzonym eksperymencie procesowi karbonatyzacji mineralnej poddano dwa typy popiołów lotnych pochodzących z tej samej spalarni śmieci: popiół z kotła o zawartości 30,75 % tlenku wapnia oraz popiół FGT o zawartości 22,20 % CaO. Całość procesu przeprowadzano w trzech różnych temperaturach: 298, 323 i 343 K oraz pod ciśnieniem od 0,2 do 1,6 MPa.

Dzięki procesowi karbonatyzacji mineralnej, możliwe jest zmniejszenie wzrastającej emisji ditlenku węgla, ale tym samym można wykorzystać odpady energetyczne oraz odpady pochodzące ze spalarni śmieci jakimi są popioły lotne z grupy HCFA w celu ich utylizacji. Cały proces jest przede wszystkim bezpieczny dla środowiska naturalnego oraz uzasadniony

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

ekonomicznie, co daje dodatkowe aspekty, aby poddawać go modernizacji. Otwiera nowe możliwości do zastosowania wysokowapiennych popiołów lotnych w przemyśle oraz gospodarce.

Referencje:

1. Z. T. Yao et al., 'A comprehensive review on the applications of coal fly ash', *Earth-Sci. Rev.*, vol. 141, pp. 105–121, Feb. 2015
2. M. Peters, B. Köhler, W. Kuckshinrichs, W. Leitner, P. Markewitz, and T. E. Müller, 'Chemical technologies for exploiting and recycling carbon dioxide into the value chain', *ChemSusChem*, vol. 4, no. 9, pp. 1216–1240, Sep. 2011.
3. A. Ćwik, K. Zarębska, P. Baran, and J. Szczurowski, 'Mineralna karbonatyzacja wysokowapniowego popiołu lotnego w warunkach podwyższonej temperatury i ciśnienia', *Przem. Chem.*, vol. T. 96, nr 9, 2017.
4. Carbonation of high-calcium fly ashes and its potential for carbon dioxide removal in coal fired power plants / Agnieszka Ćwik, Ignasi Casanova, Kwon Rausis, Nikolaos Koukoulzas, Katarzyna Zarębska.

Development of novel electrode materials based on nanoporous silver foams for degradation of halogen-containing organic compounds

Ph.D. Anton Lytvynenko¹

*dr Agnieszka Brzózka², prof. dr hab. Grzegorz Sulka², mgr Andrey Mishura³,
dr hab. Sergey Kolotilov³*

Electrochemistry offers an attractive tool for the performance of chemical reactions, in particular, organic ones. A notable representative that benefits from the electrochemical approach is reductive dehalogenation of organic halides. It constitutes a way for detection and degradation (with possible conversion to valuable chemicals, *e.g.* carboxylic acids) of persistent organic pollutants (hard to be remedied by other means due to their inertness [Chem.Rev., 2016, 116, 15198]). However, these processes have high overvoltages leading to energy overconsumption. Therefore, efficient electrocatalysts are required to overcome this issue. Silver as cathode material is one of the best (but expensive) electrocatalysts for dehalogenation. Nanostructuring is expected to improve the energy and resource efficiency of Ag-based electrocatalysts. The study aimed to develop an efficient electrocatalyst of reductive dehalogenation of organic halides based on nanoporous Ag foams (AgNFs).

Metal NFs can be considered as nets of interconnected metal nanoparticles/nanorods yielding interparticle nanoporosity [Angew. Chem. Int. Ed., 2010, 49, 4544] without porous supports or binding substances. Electrodeposition of AgNF was performed from aqueous baths containing Ag^+ and HBF_4 in various concentrations at high current densities. The obtained material was superior (up to +345 mV potential shift) in the reduction of a range of aryl bromides compared to bulk Ag. The electrocatalytic effect is slightly influenced by the deposition conditions, it was hypothesized that the increase of specific surface of the AgNF coating is the major factor shifting the reduction potential. Utilization of the AgNF coating for debromination of 1-fluoro-4-bromobenzene led to electrochemical performance similar to bulk Ag with >500-fold higher Ag mass.

The work is co-financed by the International Visegrad Fund grant #51810453 awarded to A.L. and the President's of Ukraine grant for competitive projects F82/227-2019.

¹ Jagiellonian University, Faculty of Chemistry

L.V.Pisarzhevskii Institute of Physical Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine

² Jagiellonian University, Faculty of Chemistry

³ L.V.Pisarzhevskii Institute of Physical Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine

Elektroosadzanie stopu Cu-Sn-TiO₂ o ulepszonych właściwościach przeciwbakteryjnych

dr Dmitry Kharytonov¹

mgr inż. Aleksandr Kasach², dr Irina Kurilo², mgr inż. Angelika Wrzesińska³

Obecnie nadawanie właściwości przeciwbakteryjnych powierzchniom użytku publicznego i specjalistycznego cieszy się coraz większym zainteresowaniem naukowym. Modyfikacja powierzchniowa stopów metali jest skutecznym sposobem na zmniejszenie liczby chorób zakaźnych w placówkach opieki zdrowotnej, przemyśle lekkim, a także w życiu codziennym.

Przeciwbakteryjne właściwości miedzi i jej stopów są dobrze znane, jednakże obniżenie zawartości miedzi w stopie prowadzi do zmniejszenia właściwości przeciwbakteryjnych. Z drugiej strony, powierzchnie stopów miedzi charakteryzują się zwiększoną mikrotwardością, zużyciem oraz odpornością na korozję [1,2].

Celem pracy było opracowanie powłoki galwanicznej na bazie stopu Cu-Sn-TiO₂ o ulepszonych właściwościach przeciwbakteryjnych oraz fizyko-mechanicznych. Powłoki osadzono z elektrolitu brązowania z dodatkiem 4 g/L nanocząsteczek TiO₂ (Degussa P25, Rutyl:Anataz/85:15, 20 nm).

Powstałe powłoki Cu-Sn-TiO₂ mają ulepszone właściwości bakteriobójcze przeciwko E. Coli i S. Aureus (współczynnik redukcji liczby bakterii odpowiednio 1.24 i 1.41) w porównaniu ze stopami Cu-Sn. Modyfikacja powłok galwanicznych dwutlenkiem tytanu prowadzi również do poprawy właściwości fizycznych, mechanicznych i korozyjnych, co z kolei wydłuża żywotność powłoki.

Referencje

1. Kasach, A. A., Kurilo, I. I., Kharitonov, D. S., Radchenko, S. L., Zharskii, I. M. Effect of Sonochemical Treatment Modes on the Electrodeposition of Cu-Sn Alloy from Oxalic Acid Electrolyte, Russ. J. Appl. Chem, 2018, vol. 91(4), p. 591.

¹ Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk

² Białoruski Państwowy Uniwersytet Technologiczny

³ Politechnika Łódzka

2. Kasach, A. A., Kharitonov, D. S., Romanovskii, V. I., Kuz'menok, N. M., Zharskii, I. M., Kurilo, I. I. Electrodeposition of Cu-Sn Alloy from Oxalic Acid Electrolyte in the Presence of Amine-containing Surfactants, Russ. J. Appl. Chem, 2019, vol. 92(4), p. 835.

Wykorzystanie nanowłóknistych membran węglowych do odsalania i oczyszczania wody

mgr inż. Krystian Sokołowski¹

mgr inż. Joanna Końko¹, prof. dr hab. inż. Stanisław Błazewicz¹,

dr hab. inż. Aneta Frączek-Szczypta¹

Nanomateriały węglowe, takie jak nanorurki i grafen są w ostatnich latach intensywnie badane jako materiały membranowe, które mogą być użyte w destylacji membranowej (MD) do oczyszczania lub odsalania wody. Wynika to z ich wyjątkowych właściwości powierzchniowych jak gładka i hydrofobowa natura, a także wysokiej przewodności i wytrzymałości mechanicznej. Głównym czynnikiem, który ogranicza ich technologiczne wykorzystanie jest wysoka cena produkcji, trudne w kontroli zjawisko aglomeracji oraz potencjalna toksyczność nanocząstek węgla.

Poszukując nowych rozwiązań produkcyjnych i materiałowych dla technologii membranowego oczyszczania lub odsalania wody bierze się pod uwagę nanowłókna węglowe (CNF) otrzymywane przez elektroprzędzenie polimerowych prekursorów. Materiał ten nie jest jeszcze dobrze rozpoznany w tych zastosowaniach, ale jego potencjał wydaje się znacznie większy. Wynika to z szerokiej możliwości kontroli właściwości i morfologii nanowłókien poprzez dobór rodzaju prekursora, warunków elektroprzędzenia, a także warunków procesu obróbki termicznej. Celem badań było opracowanie membran filtracyjnych złożonych z aktywnych nanowłókien węglowych (ACNF), służących do oczyszczania wodnych roztworów z nanocząstek oraz zdolnych do adsorbowania soli i zmniejszenia zasolenia wody słonej. CNF otrzymywano poprzez elektroprzędzenie roztworu poliakrylonitrylu (PAN), a następnie obróbkę termiczną wytworzonych nanowłókien PAN. Aby zbadać korelację pomiędzy funkcjonalizacją powierzchni, a wydajnością filtracji soli i nanocząstek SiC, maty CNF poddano chemicznej obróbce utleniającej.

Po aktywacji chemicznej otrzymano bardziej skompaktowane ułożenie nanowłókien, oraz niewielki spadek kąta zwilżania (z 128.7° do 103.7°), co wpłynęło na poprawę wydajności przepływu roztworu wodnego. Poprzez funkcjonalizację CNF osiągnięto również wyższe zdolności osadzania (krystalizacji) NaCl na matach węglowych.

¹ AGH - Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Biomateriałów i Kompozytów

Wpływ dodatków hydroksykwasów na proces obróbki cieplnej betonów ogniotrwałych

dr inż. Ryszard Prorok¹

mgr inż. Jakub Ramult¹, mgr inż. Karina Tyrała¹, dr inż. Dominika Madej¹

Obecnie na świecie coraz większą uwagę poświęca się kwestii ochrony środowiska w tym także aspektem związanym z klimatem. W efekcie tego wiele rządów krajów jak również organizacji międzynarodowych wywiera presję na poszukiwanie materiałów i metod wytwórczych mogących poprawić efektywność energetyczną ich wytwarzania i stosowania.

Niewątpliwe do materiałów o dużych możliwościach modyfikacji i podnoszenia efektywności energetycznej wytwarzania należą betony ogniotrwałe. Obecnie główną siłą napędową w rozwoju tego typu materiałów jest obszar spoiw wykorzystywanych do ich wytwarzania. Badania nad spoiwami często jednak pomijają aspekty związane z ich zachowaniem się w czasie obróbki cieplnej materiałów na ich bazie.

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu dodatków organicznych na procesy zachodzące w czasie wypalania prefabrykatów betonowych.

W czasie obróbki cieplnej, szczególnie dużych prefabrykatów betonowych, dochodzi do wzrostu wewnętrznego ciśnienia pary wodnej i w konsekwencji powstania warunków hydrotermalnych, w których bieg wielu zjawisk ulega często modyfikacjom. Poznanie tych zmian daje szansę na optymalizację procesu obróbki cieplnej a co za tym idzie także racjonalizacji energetycznej całego procesu wytwórczego.

Badaniom poddano mieszaninę tlenku magnezu oraz glinu w proporcji molowej 1:1 z dodatkami w postaci kwasu winowego lub cytrynowego. Mieszaniny wymienionych składników poddano obróbce hydrotermalnej w temperaturze 240°C przez 8 h. Po obróbce hydrotermalnej powstałe zaczyny poddano badaniom termicznym DTA-TGA-EGA(MS) oraz XRD.

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono obecność w próbkach szeregu uwodnionych związków glinu i magnezu w tym podwójnego wodorotlenku glinu i magnezu. Zauważono również, że dodatek kwasów wpływ na skład fazowy badanych zaczynów promując powstawanie faz o niższej temperaturze dehydroksylacji. Porównując działanie obu

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Katedra Ceramiki i Materiałów Ogniotrwałych

substancji stwierdzono, że kwas cytrynowy wywiera na badane próbki większy wpływ niż kwas winowy, jednak ten aspekt wymaga dodatkowych badań. Na tej podstawie można stwierdzić, że dobór odpowiednich dodatków do mieszanek betonowych może obniżyć temperaturę zachodzenia wielu procesów fizykochemicznych, przyczyniając się do zwiększenia efektywności energetycznej procesu wypalania tego typu materiałów.

Praca realizowana w ramach programu LIDER VIII – nr umowy LIDER/5/0034/ L-8/16/NCBR/2017 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju

Badania nad procesem oczyszczania złomów lin nośnych i przewodów jezdnych przeznaczonych do produkcji nowego osprzętu górnej sieci trakcyjnej

mgr inż. Michał Sadzikowski¹

dr hab. inż. Grzegorz Kiesiewicz¹, dr hab. inż. Paweł Kwaśniewski¹,

dr inż. Wojciech Ścieżor¹

Prowadzone w Polsce prace modernizacyjne na odcinkach magistrali kolejowych generują duże ilości wyeksploatowanych złomów trakcyjnych w postaci lin nośnych, czy przewodów jezdnych, a także innego rodzaju osprzętu trakcyjnego o wysokiej zawartości Cu. Na tej podstawie powstała koncepcja zagospodarowania tego rodzaju złomów bezpośrednio do produkcji osprzętu trakcji kolejowej i tramwajowej ze stopów CuNi2Si oraz CuZn37Ni1Si0,5. Wraz z firmą KUCA, podjęte prace związane z opracowaniem technologii umożliwiającej wykorzystanie minimum 80% złomów jako podstawowy wsad do produkcji materiału na nowy osprzęt trakcyjny. W związku z powyższym firma Kuca Sp. z o.o. we współpracy z Wydziałem Metali Nieżelaznych, AGH oraz Instytutem Metali Nieżelaznych w Gliwicach, rozpoczęła prace badawcze nad identyfikacją możliwych do wystąpienia zanieczyszczeń na materiałach złomowych pochodzenia trakcyjnego, opracowaniem technologii pozwalającej oczyścić tego rodzaju materiał, a także nad pierwszymi próbami syntezy metalurgicznej opartej na materiałach złomowych. Ze względu na fakt występowania głównie zanieczyszczeń powierzchniowych na materiałach złomowych konieczne jest opracowanie nowej technologii pozwalającej na skuteczne oczyszczenie złomów w celu ich ponownego zagospodarowania.

Na tej podstawie podjęto badania nad opracowaniem nowego procesu oczyszczania „chemicznego” lub mechanicznego. Efekt procesu oczyszczania powinien zapewnić możliwe małe ilości wtrąceń pierwiastków zanieczyszczeń do ciekłego metalu (miedzi), a co za tym idzie zniwelować ich wpływ na końcowe własności odlewu. W ramach niniejszej pracy została przedstawiona koncepcja rozwiązania ww. problemu wraz z wynikami i analizą składu chemicznego oraz własności materiałów złomowych, pozwalającymi na wybór odpowiedniej ścieżki oczyszczania tych odpadów metalicznych.

Niniejsze badania wykonano w ramach realizacji projektu dofinansowanego przez NCBiR w ramach programu POIR.01.02.00-00- 0079/17.

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Energy conversion using renewable energy sources on the example of Royal Dutch Shell - enterprise operating in the fuel sector

dr Justyna Muweis¹

lic. Klaudia Rozmus¹

The energy needs of the modern world imply the necessity of use other than conventional energy sources. Achieving such a goal requires implementation of changes in the way of production, use and supply of energy to an increasing number of recipients, whereas the negative impact on the components of the natural environment should be minimized. The empirical part of this work was based on an example company operating in the fuel sector, which took the challenge of adapting to the upcoming changes on the energy market. Currently, the share of renewable energy in the company's portfolio is growing every year and is an important element of the strategy for the coming years. Since 2016, the company has identified a new branch in its portfolio called New Energies. Looking for a substitute for crude oil, Shell also actively invests in renewable natural gas (RNG). It can be a fuel substitute for vehicles using CNG and LNG. RNG is taken from landfills, food leftovers and manure, and then processed until it becomes a complete replacement for conventional natural gas. The study analyses the demand for energy from renewable sources in the world, including electricity production. The analysis period covers the years 1971-2017. Based on the data of the analysed company and the International Energy Organization, it was examined how the share of renewable sources in the total energy produced changed in the years 1980-2017. It was also checked in which sectors of Shell the revenues from renewable energy production and sales were included. In addition, it was analyzed how the greenhouse gas emissions are, including methane and CO₂ in the years 2008-2018. The results were compared with global statistics on the emissions of these chemicals. Based on the latest energy scenario prepared by Shell, the company's expectations of energy conversion were also analysed.

¹ Katedra Zarządzania w Energetyce, Wydział Zarządzania, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

**Reakcyjne spiekanie tlenku glinu w obecności wybranych mineralizatorów z układu
czteroskładnikowego $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$**

mgr inż. Karina Tyrała¹

mgr inż. Jakub Ramult¹, dr Dominika Madej¹, dr Ryszard Prorok¹

Wysoka temperatura topnienia, dobra odporność korozyjna, a także dobre właściwości mechaniczne w wysokich temperaturach powodują, iż korund ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) jest materiałem chętnie wykorzystywanym do produkcji materiałów ogniotrwałych przeznaczonych do wykonywania wanień szklarskich czy też wyłożeń ogniotrwałych urządzeń cieplnych przemysłu metalurgicznego. Otrzymywanie gęstych, jednofazowych spieków ceramicznych na bazie Al_2O_3 jest procesem wysokoenergetycznym ze względu na bardzo wysoką temperaturę topnienia wynoszącą 2020 °C. Spiekanie to proces samorzutny zachodzący w temperaturze powyżej tak zwanej temperatury Tammmana, która równa jest 0,8 temperatury topnienia. Biorąc pod uwagę powyższe poszukuje się rozwiązań pozwalających na obniżenie kosztów energetycznych procesu otrzymywania wspomnianych spieków. Oprócz opracowywania nowych metod spiekania takich jak prasowanie na gorąco czy spiekanie mikrofalowe, można stosować substancje, które pozwolą na obniżenie temperatury spiekania poprzez na przykład powstawanie w układzie niżej topliwej fazy ciekłej.

W niniejszej pracy porównano wpływ mineralizatorów z układu M-A-S-H (M=MgO, A= Al_2O_3 , S= SiO_2 , H= H_2O) na spiekalność Al_2O_3 . W wyniku reakcyjnego spiekania otrzymano ceramiczne materiały korundowe modyfikowane spinelem o różnej stechiometrii oraz fazą typu krzemianowego. Prekursory fazy spinelowej oraz otrzymane spieki poddano badaniom: składu fazowego, strukturalnym i mikrostrukturalnym. W tym celu wykorzystano następujące techniki badawcze: XRD, FT-IR oraz SEM/EDS. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, iż dzięki zastosowaniu mineralizatorów z układu $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ możliwe jest otrzymanie gęstej ceramiki korundowej w niższych temperaturach.

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Katedra Ceramiki i Materiałów Ogniotrwałych

Podziękowania

Praca realizowana w ramach programu LIDER VIII – nr umowy LIDER/5/0034/
L8/16/NCBR/2017 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

**Kompozytowy materiał katodowy $\text{YFe}_{0,5}\text{Co}_{0,5}\text{O}_3\text{--La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{MnO}_3\text{--d}$
do wysokotemperaturowych ogniw paliwowych**

dr hab. Michał Musiałek¹

dr Małgorzata Zimowska¹, dr Dmitry Kharitonov¹, inż. Miłosz Górski¹, Anna Komenda²

Istotnym problemem w konstrukcji i eksploatacji wysokotemperaturowych ogniw paliwowych (WOP) z elektrolitem ze stałego tlenu jest wysoki nadpotencjał reakcji redukcji tlenu, który powoduje znaczne straty energii. $\text{La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{MnO}_3\text{--d}$ (LSM) jest jednym z najlepszych, produkowanych na skalę przemysłową materiałów katodowych do WOP. LSM charakteryzuje się jednak bardzo wysoką energią aktywacji przewodnictwa jonowego, co powoduje, że w uważanym obecnie za docelowy, zakresie temperatur pracy ogniwa (600-800 °C) straty na katodzie są zbyt duże. Celem pracy była poprawa parametrów pracy katody poprzez domieszkowanie LSM dodatkiem $\text{YFe}_{0,5}\text{Co}_{0,5}\text{O}_3$ (YFC).

YFC został otrzymany z roztworu azotanów Y, Fe i Co metodą cytrynianową, poprzez wysuszenie i spiekanie powstałego xerożelu. Na elektrolicie z $\text{Sm}_{0,2}\text{Ce}_{0,8}\text{O}_{1,9}$ wykonano kompozytowe elektrody o składach 5% YFC+95% LSM (5YFCLSM) oraz 50%YFC+50% LSM (50YFCLSM). Do prawidłowej pracy katody z LSM potrzebne jest jej spiekanie w 1100 °C. O ile podczas spiekania w 950 °C pomiędzy LSM i YFC nie zachodziła reakcja chemiczna, to podniesienie temperatury do 1100 °C prowadziło do powstania niewielkich ilości $\text{Sr}_4\text{Fe}_4\text{O}_{11}$ i YMnO_3 . Otrzymane ogniwa testowano w układzie trójelektrodowym, w temperaturach 600-800 °C, w tlenie i jego mieszaninach z argonem, metodami elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej i woltamperometrii cyklicznej. Katoda 5YFCLSM pracująca w $T=800^\circ\text{C}$ i $P(\text{O}_2)/P=0,2$ charakteryzowała się o 13% niższym oporem polaryzacyjnym (R_p) niż katoda LSM. Różnica była znacznie większa w niższych temperaturach (34% w 700 °C) oraz przy niższych stężeniach tlenu. Katoda 50YFCLSM pracująca w $T=800^\circ\text{C}$ i $P(\text{O}_2)/P=0,2$ wykazała wysoki R_p . Jednakże aktywacja katody poprzez 60 godzinne polaryzowanie napięciem -1 V poskutkowało obniżeniem R_p , który był o 34% niższy niż dla katody LSM.

¹ Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk

² Centrum Badań i Rozwoju Technologii dla Przemysłu S.A.

Podziękowania

Praca została sfinansowana ze środków statutowych Instytutu Katalizy i Fizykochemii
Powierzchni Polskiej Akademii Nauk im. Jerzego Habera

**Właściwości elektryczne nanokompozytów hierarchicznych nanowłókna
węglowe/nanorurki węglowe**

mgr inż. Marcel Zambrzycki¹

dr hab. inż. Aneta Frączek-Szczypta¹

W ostatnich latach intensywne badania nanomateriałów węglowych doprowadziły do wykształcenia się nowej klasy materiałów, jaką są hierarchiczne nanokompozyty węglowe. Stanowią one nowy i stosunkowo słabo zbadany typ nanomateriałów wykazujący wyjątkowy stopień organizacji strukturalnej na poziomach makro-, mikro- i nanostruktury. Sztandarowym przykładem tego typu materiałów są nanowłókna rozgałęzione (ang. branched nanofibres). W skali nanometrycznej w ich budowie można wyróżnić pojedyncze rdzenie nanowłókien węglowych, z których w kierunku prostopadłym do osi nanowłókna odchodzą inne formy włókniste (nanorurki węglowe, nanowłókna węglowe, nanorogi etc.). Tego typu budowa powoduje, że nanowłókna takie charakteryzują się zwiększoną powierzchnią właściwą, dużą gęstością miejsc aktywnych, polepszoną przewodnością elektryczną, dobrymi właściwościami mechanicznymi etc. Zatem hierarchizacja budowy nanowłókien węglowych znacznie poszerza ich potencjał aplikacyjny w polach konwersji i magazynowania energii (m. in. superkondensatory, ogniwa paliwowe i fotowoltaiczne), fotonice, nanoelektronice, filtracji, biomateriałach, sensorach etc.

W pracy przedstawione zostaną wyniki dotyczące korelacji wiążących warunki otrzymywania ze strukturą oraz właściwościami elektrycznymi nanokompozytów nanowłókna węglowe/nanorurki węglowe. Materiały zostały otrzymane poprzez elektroprzędzenie nanowłókien poliakrylonitrylowych z dodatkiem katalizatora organometalicznego, a następnie sprzężoną obróbkę termiczną połączoną z syntezą nanorurek węglowych. Omówione zostaną wyniki otrzymane przy pomocy skaningowej i transmisyjnej mikroskopii elektronowej, spektroskopii ramanowskiej, spektroskopii fotoelektronów w zakresie promieniowania rentgenowskiego oraz pomiarów przewodności materiałów w funkcji temperatury.

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Katedra Biomateriałów i Kompozytów

Nowa koncepcja hybrydowych kondensatorów elektrochemicznych o dużej gęstości energii

mgr inż. Piotr Skowron¹

Duże zapotrzebowanie na energię elektryczną sprawiło, że w ostatnich czasach trwają intensywne badania nad urządzeniami do magazynowania energii. Jak do tej pory, rynek zdominowały baterie litowo-jonowe. Jednakże w systemach, gdzie niezbędne jest dostarczenie energii o dużej mocy w krótkim czasie wykorzystuje się kondensatory elektrochemiczne (EDLC), zwane też jako superkondensatory. Znalazły one zastosowanie w systemach typu start/stop w pojazdach, przyspieszenia czy pokonywania wzniesień, w żurawiach portowych, w elementach współpracujących z ogniwami fotowoltaicznymi lub paliwowymi, turbinach wiatrowych, ale również w aparatach fotograficznych, kamerach lub telefonach komórkowych. Magazynowanie energii w superkondensatorach opiera się na odwracalnym, elektrostatycznym gromadzeniu się jonów elektrolitu na powierzchni elektrody i tworzeniu tzw. podwójnej warstwy elektrycznej (EDL). Dzięki rozwiniętej powierzchni właściwej elektrod (np. mikroporowate węgle aktywne) magazynują one większą ilość energii (nawet rzędu kilku tysięcy faradów) niż konwencjonalne kondensatory dielektryczne. Wadą tych urządzeń jest relatywnie niska gęstość energii w porównaniu z akumulatorami czy bateriami. Jednym ze sposobów zwiększenia gęstości energii kondensatora elektrochemicznego jest użycie elektrolitów zawierające substancje ulegające reakcjom faradajowskim (np. sole jodków lub bromków, chinony). Innym sposobem jest rozwiązanie hybrydowe ich budowy, gdzie jedna elektroda jest typu EDLC, charakteryzująca się mechanizmem ładowania/wyładowania podwójnej warstwy elektrycznej, natomiast druga jest elektrodą typu baterijnego (np. interkalowany grafit, polimery elektroaktywne). Dzięki sprzężeniu tych dwóch sposobów, gęstość energii superkondensatora wzrosła znacząco.

¹ Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk

Data science, sztuczna inteligencja i przewidywania zużycia energii elektrycznej

dr inż. Marcin Kowalik¹

Šimon Mandlík²

Współczesne osiągnięcia naukowe w dziedzinie sztucznej inteligencji umożliwiają stawianie wartościowych prognoz zużycia energii elektrycznej oraz odnajdywanie trendów w zachowaniach jej konsumentów. Ta wiedza ma wielkie znaczenie ekonomiczne, ponieważ pozwala na podejmowanie lepszych decyzji związanych z produkcją energii elektrycznej, wyborem źródeł energii oraz jej przechowywaniem, co ostatecznie przekłada się na lepszą ochronę środowiska naturalnego.

Na plakacie zostaną pokazane odnalezione korelacje między zużyciem i produkcją energii elektrycznej a np. pogodą, porą dnia, dniem miesiąca itp. w oparciu o rzeczywiste dane z rumuńskiej sieci energetycznej. Zostanie omówiony przykładowy algorytm przewidujący zużycie energii elektrycznej oraz wyniki jego działania.

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

² Department of Computer Science, Czech Technical University in Prague, Faculty of Electrical Engineering

Charakterystyka własności i mikrostruktury wysokowytrzymałych dwufazowych stopów CuMg

mgr inż. Paweł Strzypek¹

W dzisiejszych czasach potrzeba ulepszania określonego zestawu własności dostępnych materiałów sprawia że opracowanie i zdefiniowanie nowych stopów możliwe jest praktycznie każdego dnia. Stąd też pojawiła się idea stworzenia wysokowytrzymałych dwufazowych stopów na bazie miedzi i magnezu. Przeznaczenie takiego stopu do masowej produkcji poprzedzone jest jednak badaniami poświęconym opracowaniu technologii produkcji oraz ogromowi badań i testów laboratoryjnych koniecznych w celu określenia własności strukturalnych, mechanicznych i fizycznych stopu. Badania przedstawione w niniejszej pracy skoncentrowane są na wpływie dodatku stopowego w postaci magnezu oraz warunków ciągłego odlewania na własności stopów CuMg z 3, 4, 4,5 i 5 % wagowej zawartości magnezu. Badania laboratoryjne wykazały, że przewodnictwo elektryczne spada zaledwie o 3 MS/m natomiast twardość wzrasta z ok. 90 HB do 150 HB w stanie po odlaniu przy wzroście zawartości magnezu z 3 do 5% zawartości wagowej. Przeprowadzona analiza przy wykorzystaniu skaningowej mikroskopii elektronowej wykazała, że wydzielenia rozkładają się równomiernie w całej objętości stopu.

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Nanostrukturalna warstwa wierzchnia otrzymana metodą SMAT w magnezie

mgr inż. Konrad Skowron¹

dr hab. Ewa Dryzek¹, prof. dr hab.inż. Paweł Nowak², dr hab. Michał Mosialek²,

dr hab. inż. Mirosław Wróbel³

Magnez i jego stopy wykazują doskonałe właściwości fizyczne i mechaniczne, przy jednocześnie niskiej masie. Podstawowym obszarem zastosowania magnezu i jego stopów jest transport, a zwłaszcza lotnictwo. Ponieważ ograniczenie zużycia paliwa jest obecnie podstawowym wymogiem w projektowaniu samochodów i samolotów, a wymiana elementów stalowych i aluminiowych na lekkie komponenty może znacznie zmniejszyć zużycie paliwa, co obniżyłoby koszty transportu oraz miałoby pozytywny wpływ na środowisko naturalne. Jednak „słabym punktem” elementów wykonanych z magnezu, jest ich relatywnie słaba odporność korozyjna.

Jedną z metod, która jest w stanie poprawić właściwości fizyczne i mechaniczne magnezu, jest powierzchniowa obróbka mechaniczno-ścierna - SMAT (Surface Mechanical Attrition Treatment) [1]. Metoda ta stała się szeroko stosowana w przemyśle jako metoda wytwarzania nanostrukturalnej warstwy na powierzchni materiałów w tym czystych metali i stopów.

Silnemu odkształceniu plastycznemu warstwy wierzchniej powoduje zmiany mikrostruktury, wprowadzenie naprężeń wewnętrznych i wprowadzenie defektów sieci krystalicznej, takich jak wakancje lub dyslokacje. Defekty strukturalne sieci krystalicznej powstałe w wyniku obróbki mechanicznej można wykryć techniką spektroskopii anihilacji pozytonów (SAP) [2].

Plakat przedstawia interdyscyplinarne badania nanokrystalicznej warstwy wierzchniej wytworzonej przez SMAT w próbkach magnezu o czystości technicznej. Zastosowano elektrochemiczne testy korozyjne, dyfrakcję rentgenowską oraz SAP, których połączenie może rzucić nowe światło na zrozumienie procesu korozji w magnezie.

¹ Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk

² Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN

³ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

- [1] Fabijanic, D. et al., Influence of Surface Mechanical Attrition Treatment Attrition Media on the Surface Contamination and Corrosion of Magnesium, *Corrosion*, 69, 527-535 (2013)
- [2] J. Dryzek Wstęp do spektroskopii anihilacji pozytonów w ciele stałym, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego (1997)

System stabilizacji żyroskopowej dla jednośladów

mgr inż. Maciej Różewicz¹

dr hab. inż. Adam Piłat¹

We współczesnym przemyśle motoryzacyjnym coraz więcej uwagi i wysiłku badawczego poświęca się zagadnieniom bezpieczeństwa. Szczególnie duże zainteresowanie mają systemy aktywnego bezpieczeństwa i wspomagania kierowcy, a także pełna automatyzacja pojazdów. W znacznej większości są to systemy przeznaczone dla samochodów. Nie jest możliwe ich bezpośrednie zastosowanie w jednośladach, które mają zupełnie inną dynamikę, co powoduje możliwość utraty równowagi, a w konsekwencji upadku. Biorąc pod uwagę fakt, iż według badań prawdopodobieństwo utraty życia w wyniku wypadku na motocyklu jest 37 razy wyższe niż dla jadących samochodem, zasadnym jest skupienie się na opracowaniu systemów, które pomogą zredukować liczbę wypadków spowodowanych przez jednoślady. Systemy te mogą rozwijać się w dwóch kierunkach:

- ostrzegania kierowcy o potencjalnych niebezpieczeństwach na drodze,
- zapewnienia stabilizacji jednośladu w pionie.

W niniejszej pracy skupiono się na drugim z wymienionych sposobów. W literaturze można odnaleźć kilka koncepcji budowy stabilizatora: manewrowanie kierownicą, balansowanie masą, zastosowanie koła reakcyjnego. W opinii autorów do postawionego zadania najlepiej nadaje się stabilizacja żyroskopowa.

W trakcie przeprowadzonych dotychczas prac opracowano model matematyczny jednośladu z wybranym stabilizatorem, zaprojektowano kilka regulatorów, w tym odporne na zmiany parametrów układu, w tym kierowcy i zakłócenia oraz nieprzewidziane ruchy kierownicą. Przygotowano środowisko do przeprowadzania testów takich jak: MiL (ang. Model-in-the-Loop), SiL (ang. Software-in-the-Loop) i PiL (ang. Processor-in-the-Loop). Zbudowany został prototyp w małej skali. Przetestowano na nim różne algorytmy sterowania z sukcesem pokazując, że wybrany model i metody stabilizacji nadają się do tych celów.

Projektowany system stabilizacji mógłby zostać zastosowany także dla wielu jednośladów, a w szczególności dla rowerów. Można w ten sposób zaprojektować rower z mechanizmem, który wspomagałby utrzymanie równowagi, co tym samym może zachęcić

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

do aktywności fizycznej osoby, które mają z tym trudność, jak seniorzy czy osoby z niepełnosprawnością ruchową.

Perspectiva

mgr Tomasz Sordyl¹

mgr inż. Antek Grzanka¹, mgr inż. Dominik Rosiek, inż. Rafał Lizon¹

Technologia wykorzystująca technologię VR, oraz metody szybkiego przesyłu danych do tego by w czasie rzeczywistym osoba wykonująca dany wzorzec ruchowy była w stanie zlokalizować pojawiające się błędy i niedociągnięcia, mogące wpływać na poziom wykonania sportowego oraz bezpieczeństwo wykonywania ćwiczeń.

¹ AWF Kraków, AGH Kraków

Advanced biomaterials for wound healing: synthesis and characterization

Eng. Kseniia Burkovskaia¹

PhD. Eng. Marek Piątkowski¹, Msc Eng. Łukasz Janus¹,

MSc. Eng. Julia Radwan-Pragłowska¹, Eng. Aleksandra Sierakowska¹

Chitosan (CS) is known as b-(1,4)-2-amino-2-deoxyD-glucopyranose (GlcN) and 2-acetamido-2-deoxy-D-glucopyranose (GlcNAc) residues since 1859. Presently CS is one of the most beneficial partially deacetylated derivatives produced via alkali hydrolysis reaction of chitin which is the second most copious polysaccharide after cellulose. In addition to its availability, CS carries free NH₂- groups on the deacetylated units and OH- groups on the de- as well as acetylated units exhibit variety of important properties high porosity; biodegradability; predictable degradation rate; structural integrity; non-toxicity to cells; and biocompatibility.

Therefore, one of the most perspective and promising directions of chitosan derivatives uses is wound healing. Wound-healing activity of CS have been investigated by many researchers. Okamoto Y et.al demonstrated the accelerating effects of open wound healing by chitin and chitosan. The scores of reepithelialization and granulation tissue is greater in chitin and chitosan groups than in the control group. Deng et.al performed advantages of chitosan gelatin sponge as compared with sterile Vaseline gauze in healing time of the wound site.

In this paper, the successful microwave assisted synthesis of N-acyl chitosan using chlorides of decanoyl and hexanoyl acids in the mixed solvent of triethylamine and acetone was reported, and its structure and properties were characterized in detail with H¹NMR and FTIR. The SEM of acylated chitosan has been carried out for characterization of the structure. The thermal stability of the acylated chitosan was studied by TG analysis. To confirm biocompatibility of the prepared samples, cytotoxicity tests on L929 mouse fibroblasts cell line were carried out.

This work was supported financially by the National Science Centre, Poland grant number 2017/26/D/ST8/00979.

¹ Faculty of Chemical Engineering and Technology, Cracow University of Technology

Biokompatybilne układy transdermalne do zastosowań w terapii przeciwnowotworowej

mgr inż. Sonia Kudłacik-Kramarczyk¹

*mgr inż. Anna Drabczyk¹, dr hab. inż. Bożena Tylińczak¹,
dr lek med. Magdalena Kędzierska²*

Ostatnimi czasy obserwowany jest ciągły rozwój medycyny i nauk pokrewnych. Szczególny nacisk kładzie się na opracowywanie biomateriałów, a więc materiałów nietoksycznych, biozgodnych czy biodegradowalnych, które mogłyby poprawić skuteczność poszczególnych terapii, a także komfort pacjentów. Szczególne znaczenie ma to w przypadku leczenia chorób nowotworowych. Mimo znanych metod leczenia jakimi są przede wszystkim chemioterapia oraz operacyjne usunięcie guza, to w obecnej dobie terapii te powodują również wiele skutków ubocznych. Wśród kobiet najczęściej występującym nowotworem złośliwym jest nowotwór piersi. Mimo iż w obecnych czasach nowotwór piersi to nie wyrok, a wykryty we wczesnym stadium może być całkowicie wyleczony, to konsekwencją leczenia jest częściowa bądź całkowita mastektomia piersi oraz radioterapia, której skutkiem są silne poparzenia skóry. Skóra pacjentki po naświetlaniach radioterapeutycznych jest w bardzo dużym stopniu poparzona, w związku z czym wymaga intensywnej pielęgnacji i dużej częstotliwości zmian opatrunków.

W ramach badań podjęto się opracowania innowacyjnego połączenia materiału opatrunkowego z nośnikami leków do zastosowań w terapii antynowotworowej. Innowacyjnością tego rozwiązania jest połączenie tych dwóch produktów w jeden układ, tj. układ transdermalny z możliwością kontrolowanego uwalniania leku. Ponadto, możliwość modyfikacji matrycy hydrożelowej substancjami łagodzącymi, którą jest sok z aloesu (*Aloe vera*), dodaje takiemu materiałowi nowych, cech, które wpływają łagodząco na gojenie się ran poparzeniowych, powstałych po konieczności zastosowania naświetlania.

W ramach badań opracowano hydrożelowy materiał polimerowy zawierający sfery białkowe zawierające substancję aktywną, tj. cytostatyk. Takie połączenie jest innowacyjne w dziedzinie opatrunków hydrożelowych i może w dużym stopniu przyczynić się do rozwoju badań w takich dziedzinach nauki jak chemia, farmacja i biologia komórki.

¹ Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

² Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Nanocząstki magnetyczne jako innowacyjne nośniki substancji aktywnych stosowanych w chemioterapii

mgr inż. Anna Drabczyk¹

mgr inż. Sonia Kudlacik – Kramarczyk¹, dr hab inż. Bożena Tylińczak¹,

dr lek. med. Magdalena Kędzierska²

Postęp medycyny i dziedzin pokrewnych spowodował, iż stosowanym substancjom czynnym stawiane są coraz większe wymagania. Substancja taka powinna charakteryzować się wysoką skutecznością, ale także nie powodować skutków ubocznych i w jak największej ilości dotrzeć do miejsca zmienionego chorobowo. Wymagania te mogą być spełnione przy zastosowaniu odpowiedniego nośnika leku, tj. materiału, za pomocą którego substancja czynna może być dostarczona bezpośrednio do miejsca docelowego. Nośniki takie wydają się być przydatne zwłaszcza w przypadku terapii antynowotworowych.

Najpowszechniej stosowaną terapią w leczeniu nowotworów jest chemioterapia, która opiera się na wykorzystaniu leków cytostatycznych. Charakteryzują się one wysoką skutecznością, jednak wykazują także szereg skutków ubocznych. Związane jest to z faktem, iż leki te oddziałują negatywnie na szybko namnażające się komórki, a do takich – poza komórkami nowotworowymi – należą także m.in. komórki skóry czy szpiku kostnego. Dlatego też, w wyniku chemioterapii zniszczeniu ulegają także zdrowe tkanki. Rozwiązaniem tego problemu jest dostarczenie cytostatyków bezpośrednio do miejsca dotkniętego chorobą nowotworową za pomocą odpowiedniego nośnika. Wówczas nie zostaną one rozproszone w organizmie pacjenta, a skutki uboczne ich stosowania zostaną znacznie ograniczone. Z uwagi na biogodność, nietoksyczność oraz tendencję do akumulacji w pobliżu komórek nowotworowych interesującym materiałem, który może pełnić rolę takiego nośnika są nanocząstki magnetyczne. Precyzyjne dostarczenie cytostatyku do guza nowotworowego jest zapewniane poprzez działanie zewnętrznym polem magnetycznym. Dlatego też głównym celem badań było opracowanie funkcjonalizowanych nanocząstek magnetycznych jako nośników cytostatyków. Nanostruktury takie mogą poprawić skuteczność leczenia chorób nowotworowych, ograniczyć skutki uboczne wywoływane przez powszechnie stosowane cytostatyki oraz zmniejszyć dawkę cytostatyku aplikowanego podczas terapii.

¹ Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki

² Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Potential application of transparent ceramic in medicine

dr Andrzej Kruk¹

The magneto-optical Faraday effect is a powerful tool to study the interaction between magnetism and light. Polarization is one of the most known phenomena supporting the wave character of light. Accordingly, the light is a transverse electromagnetic wave which can be linearly or elliptically/circularly polarized. Magneto-optical materials have widespread applications in communication and optical devices. Here a new type of a magneto-optical material based calcium fluoride (CaF₂) and yttria (Y₂O₃) is developed. The materials exhibits an enhanced magneto-optical response with large rotation of the polarization plane and high light transmission. Magneto-optical properties can be improved by incorporated the rare earths into calcium fluoride (CaF₂) and yttria (Y₂O₃) materials. The high value of Verdet constant in VIS frequency range have Tb:Y₂O₃ and Tb:CaF₂ In this research a magneto-optical properties of doped yttria was performed. This material can be applied to finding change in magnetic field detector from the human body.

Acknowledgements

Support from the 2016/23/D/ST8/00014 grant (National Science Centre, Poland) is gratefully acknowledged.

¹ Pedagogical University of Cracow

Synteza polimerowych nośników leku

mgr inż. Magdalena Głęb¹

mgr inż. Sonia Kudłacik – Kramarczyk¹, mgr inż. Anna Drabczyk¹,

dr hab. inż. Bożena Tyliszczak¹

W ostatnich latach poważny problem stanowi wzrost zachorowań na tzw. choroby cywilizacyjne wśród których na drugim miejscu pod względem częstotliwości występowania wymienić można nowotwory. Główną metodą leczenia nowotworów jest chemioterapia polegająca na niszczeniu komórek nowotworowych z wykorzystaniem odpowiednich chemioterapeutyków. Leki stosowane w chemioterapii, czyli cytostatyki, wykazują silne działanie na komórki charakteryzujące się szybkim wzrostem i podziałami. Do takich komórek zalicza się komórki nowotworowe jak również wybrane zdrowe komórki charakteryzujące się znaczną aktywnością, między innymi komórki rozrodcze bądź szpik kostny. Wobec tego leczeniu chemioterapeutycznemu towarzyszy wiele skutków ubocznych. W celu ich ograniczenia opracowywane są innowacyjne metody wprowadzania cytostatyków do organizmu pacjenta np. poprzez systemy kontrolowanego uwalniania leków z wykorzystaniem odpowiednich nośników.

W wyniku prac badawczych opracowano metodę otrzymywania sfer polimerowych. Jako bazę do syntezy sfer wybrano albuminę. W pierwszym etapie dobrano odpowiednie warunki syntezy sfer białkowych z wykorzystaniem buforu Tris-HCl jako rozpuszczalnika albuminy oraz fosforanu (V) potasu jako czynnika wysalającego. Następnie wykonano szczegółową charakterystykę otrzymanych układów. Otrzymane sfery w celu określenia ich rozmiaru i struktury poddane zostały analizie przy użyciu technik takich jak FT-IR, UV-VIS oraz DLS.

Otrzymane sfery docelowo mogą być wykorzystane jako nośniki substancji aktywnej i znaleźć zastosowanie w systemach kontrolowanego uwalniania leków. Zastosowanie nośników umożliwia akumulację substancji leczniczej w miejscu jej przeznaczenia oraz utrzymanie jej stałego stężenia, wraz ze zmniejszeniem częstości podawania kolejnej dawki leku. Takie rozwiązanie może zapewnić poprawę skuteczności leczenia przy jednoczesnym zwiększeniu komfortu pacjenta.

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

Cementy specjalne przeznaczone do betonów osłonowych w konstrukcjach narażonych na promieniowanie jonizujące

dr inż. Dominika Madej¹

Beton osłonowy to kompozyt powstały ze zmieszania kruszyw o odpowiednio dużej gęstości, hydraulicznego spoiwa, ewentualnych domieszek nadających określone cechy oraz wody. Materiałom tym stawiane są różnorodne wymagania wytrzymałości mechanicznej, szczelności i trwałości, odporności korozyjnej, ale przede wszystkim ochrony przed strumieniem neutronów i promieniowaniem gamma. Właściwości użytkowe betonów osłonowych mogą być kształtowane na drodze doboru składu ziarnowego i rodzaju kruszywa, rodzaju cementu i dodatków, a także współczynnika woda/cement (w/c). Betony zawierające kruszywa ciężkie posiadają zdolność zatrzymywania promieniowania gamma i hamowania strumieni neutronów prędkich. Z kolei, materiały zawierające wodór są niezbędne do hamowania powolnych i termicznych neutronów. Mając na uwadze ten ostatni aspekt, dąży się do zapewnienia dostatecznej zawartości wodoru występującego w wodzie krystalizacyjnej nie tylko w kruszywie, ale przede wszystkim w więźbie cementowej betonu. Z tego powodu, dobór cementu, szczególnie pod względem składu chemicznego, mineralnego i aktywności hydraulicznej, jest jednym z ważniejszych zagadnień w technologii betonów osłonowych przed promieniowaniem jonizującym w energetyce jądrowej. Kryteria doboru spoiwa uwzględniają, poza pożądanymi właściwościami kształującymi wytrzymałość betonu w warunkach eksploatacji konstrukcji osłonowych, także właściwości osłonowe przed promieniowaniem jonizującym. Aktualnie na świecie wykorzystuje się cementy specjalne oparte głównie o cement portlandzki z uwagi na ich niski koszt.

Przedmiotem prowadzonych aktualnie badań przez Autorkę, są ogniotrwałe cementy specjalne barowo-glinowe, strontowo-glinowe, wapniowo-glinowe, a także cementy kompozytowe należące do układu trójtlenkowego $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ niemodyfikowane i modyfikowane różnowartościowymi kationami metali, które stanowią potencjalne spoiwa hydrauliczne przeznaczone do betonów osłonowych. W niniejszej pracy omówiono wyniki badań nad mechanizmem hydratacji faz cementowych typu $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ domieszkowanych strontem. Ponadto podjęto dyskusję na temat immobilizacji jonów strontu przez fazę C-A-H (C = CaO, A = Al_2O_3 , H = H_2O). W świetle przedstawionych obiecujących

¹ AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics

wyników badań, materiały te powinny znaleźć zastosowanie w betonach jako materiałach osłon w budownictwie związanym z energetyką jądrową.

Acknowledgement

This project was financed by the National Science Centre, Poland, project number 2017/26/D/ST8/00012 (Recipient: DM).

**Funkcjonalizacja powierzchni polimerowych metodą sonochemiczną: implanty
z kontrolowaną kinetyką uwalniania substancji bioaktywnych**

mgr Paulina Chytrosz¹

dr inż. Monika Gołda-Cępa¹, prof. dr hab. Andrzej Kotarba¹

Nowe wyzwania stawiane inżynierii implantów metalowych to przede wszystkim zoptymalizowanie interfejsu metalowy implant – tkanka. Wśród różnych podejść jednym z najczęściej badanych jest powlekanie metalowych implantów polimerem, który następnie może być dodatkowo sfunkcjonalizowany w kierunku polepszenia biokompatybilności, zwiększenia działania antyinfekcyjnego, poprawiając w ten sposób długoterminowy sukces implantacji.

Na całym świecie prowadzone są szeroko zakrojone badania nad poprawą biokompatybilności powierzchni implantów pod względem adhezji osteoblastów i funkcji przeciwbakteryjnej. Najczęstsze powikłania pooperacyjne obejmują przedłużone zapalenie i infekcje. Rozwiązaniem wspomnianych komplikacji może być kontrolowane dostarczanie leku z powierzchni zaimplantowanego materiału. Obecnie taka strategia jest jedną z dynamicznie rozwijających się, oferując liczne zalety: leczenie domiejskowe, skuteczność, zmniejszoną toksyczność i większą wygodę pacjenta.

Wśród kilku metod, które można zastosować do wytwarzania powierzchni antybakteryjnych, zastosowanie sonochemii okazało się bardzo skuteczne, szczególnie w przypadku powierzchni polimerowych. Zastosowanie tej metody może być szczególnie interesujące w przypadku nanocząstek zbudowanych z bioaktywnych molekuł takich jak antybiotyki, środki przeciwbólowe, leki przeciwzakrzepowe. Metoda sonochemiczna może stanowić podstawę do przygotowania powierzchni terapeutycznych, bioaktywnych, a nawet samoczyszczących. Zasady tej techniki opierają się na poddaniu roztworu substancji bioaktywnej działaniu ultradźwięków o wysokiej energii (20kHz) co prowadzi do powstawania nanocząstek (NP). Cały proces preparatyki przeprowadza się jednoetapowo; nanocząstki są bezpośrednio osadzane na powierzchni polimerowej. Taka strategia umożliwia uzyskanie powierzchni kompozytowych nanocząstki leku/powierzchnia implantu o kontrolowanej kinetyce uwalniania substancji bioaktywnej.

¹ Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego

**Otrzymywanie układów poliuretanowych modyfikowanych cząstkami magnetycznymi
do zastosowań ortopedycznych**

mgr inż. Aleksandra Lach¹

dr hab. inż. Kinga Pielichowska¹

Urazy i złamania kości są w dzisiejszych czasach bardzo powszechne. Kość jest tkanką łączną o bardzo złożonej strukturze, dlatego też próby zastąpienia jej są bardzo trudne. Najczęściej stosowanymi materiałami do regeneracji tkanki kostnej są nie tylko materiały ceramiczne, ale także polimery, szczególnie te biodegradowalne i bioresorbowalne. Materiałami, który zyskują ostatnio bardzo duże zainteresowanie są poliuretany (PU). Jest to grupa polimerów semikrystalicznych, które składają się z dwóch rodzajów segmentów o różnych właściwościach. Dzięki dobraniu odpowiedniego stosunku segmentów giętkich i sztywnych, można sterować właściwościami materiału i dostosować do odpowiedniego zastosowania. Poliuretany mogą być stosowane jako biomateriał dzięki braku toksyczności, biokompatybilności oraz możliwości wspierania kalcynacji *in vivo*. Dodatkowym atutem tych materiałów jest możliwość wstrzyknięcia ich bezpośrednio do ubytku, dzięki czemu proces wprowadzenia biomateriału do ciała jest mniej inwazyjny [1]. Właściwości poliuretanów można modyfikować wprowadzając cząstki magnetyczne. Dzięki temu możliwe będzie wykonanie badania MRI oraz leczenie metodą hipertermii.

W niniejszej pracy przedstawiono proces syntezy poliuretanosacharydów wytworzonych na drodze dwustopniowej polimeryzacji w masie. Materiały zostały zmodyfikowane mikrocząstkami magnetytu (Fe_3O_4). Strukturę otrzymanych materiałów potwierdzono metodą FTIR-ATR. Zbadano także mikrostrukturę materiałów (SEM) oraz ich właściwości termiczne (DSC, TG). Określono wpływ zmiennej zawartości magnetytu na wcześniej wspomniane właściwości.

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Biomateriałów i Kompozytów

Podziękowania

Autorzy pragną podziękować Narodowemu Centrum Nauki za sfinansowanie projektu nr UMO-2016/22/E/ST8/00048.

Literatura

[1] Marzec M. et al. Materials Science & Engineering C 80 (2017) 736-747.

Hydrożele pochodzenia naturalnego do regeneracji tkanki chrzęstnej

mgr inż. Natalia Złocista-Szewczyk¹

dr hab. inż. Kinga Pielichowska¹

Tkanka chrzęstna jest tkanką łączną składającą się z chondrocytów i włókien białkowych. W przeciwieństwie do kości jest nieunaczyniona i nieunerwiona. Ze względu na swoją budowę tkanka chrzęstna ma niewielką zdolność do samoregeneracji, dodatkowo narażona jest na duże naprężenia. Obecnie odnotowuje się coraz więcej przypadków poważnych urazów chrząstki, wynika to zarówno ze starzejącej się populacji jak i coraz aktywniejszego trybu życia ludzi. Niestety brakuje odpowiednich metod pozwalających na zregenerowanie tej tkanki. W związku z tym poszukiwane są nowe rozwiązania, w tym zastosowanie hydrożeli polimerowych. W niniejszej pracy przebadano hydrożele alginanu sodu z dodatkiem hydroksyapatytu oraz tlenku grafenu. Alginian sodu jest materiałem biokompatybilnym, niewykazującym cytoksyczności, można go także łatwo modyfikować poprzez wprowadzanie dodatków. Pierwszym zastosowanym dodatkiem był hydroksyapatyt, który jest materiałem bioaktywnym, stosowanym do stymulowania regeneracji tkanki kostnej. Drugim dodatkiem był tlenek grafenu, charakteryzujący się dużą powierzchnią właściwą, posiada wyjątkowe właściwości mechaniczne oraz wykazuje pozytywny wpływ na adhezję komórek.

Hydrożele uzyskano poprzez usieciowanie alginanu sodu z dodatkiem tlenku grafenu (GO) i hydroksyapatytu (HAp) za pomocą chlorku wapnia. Otrzymane materiały poddano badaniom wytrzymałości na ściskanie. Dodatkowo przeprowadzono analizę FTIR, DSC, TG, a także właściwości reologiczne materiałów. Zbadano również stabilność chemiczną w warunkach *in vitro* oraz dokonano wstępnej oceny bioaktywności materiałów.

Spośród badanych materiałów najbardziej obiecujące wyniki uzyskano dla hydrożelu otrzymanego z 8% pasty ALG modyfikowanego 1% GO. Powstałe kompozyty wykazują właściwości mechaniczne podobne do właściwości chrząstki naturalnej. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że hydrożele modyfikowane GO i HAp mają obiecujący potencjał do regeneracji tkanki chrzęstnej.

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Podziękowania

Badania finansowane przez Narodowe Centrum badań i Rozwoju w ramach projektu badawczego STRATEGMED3/303570/7/NCBR/2017.

Monowarstwy Langmuira jako lipidowe matryce do zastosowań biomedycznych.

dr Anna Chachaj-Brekiesz¹

dr Anita Wnętrzak¹

Technika monowarstw Langmuira jest stosowana do otrzymywania cienkich warstewek na swobodnej powierzchni wody. Taki jednocząsteczkowy film utworzony ze składników błony (lipidów lub białek), służy jako prosty model fizyczny naturalnej błony biologicznej [1,2]. Zaletą stosowania techniki monowarstw Langmuira jest i) możliwość kontroli szeregu parametrów warstwy (w tym: stopnia upakowania cząsteczkowego, ciśnienia oraz składu), ii) bezdefektowość, iii) powtarzalność, iv) niskie koszty. Podstawowe eksperymenty umożliwiają analizę oddziaływań między składnikami błony, jak również badanie wpływu substancji aktywnych na błonę. Dzięki temu technika ta jest z powodzeniem stosowana do badania wpływu leków działających na poziomie błony, m.in. leków antynowotworowych [3,4] oraz przeciwbólowych [5]. Zastosowanie dodatkowo technik obrazowania (BAM) oraz technik spektroskopowych (PM-IRRAS) pozwala na dokładniejszą analizę próbek. Transfer warstewek na podłoże stałe (zastosowanie techniki Langmuir-Blodgett) zwiększa zakres dostępnych metod analitycznych, m.in. o badania z wykorzystaniem AFM. Przykładem takiego interdyscyplinarnego podejścia są prowadzone w naszym Zespole badania nad aktywnością biologiczną cyklosporyny A – cyklicznego peptydu stosowanego m.in. w terapii suchego oka [6].

Referencje

- [1] G. Barnes, I. Gentle, *Interfacial Science: An Introduction*, 2nd ed., Oxford University Press, 2011;
- [2] H. Brockman, *Curr Opin. Struct. Biol.* 9 (1999) 438–443;
- [3] K. Hąc-Wydro, P. Dynarowicz-Łątka, *Coll Surf B* (2010) 76:366–369;

¹ Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński

- [4] A. Wnętrzak, E. Lipiec, K. Łątka, W. Kwiatek, P. Dynarowicz-Łątka, *J Membrane Biol* (2014) 247:581–589;
- [5] J. Mildner, A. Wnętrzak, P. Dynarowicz-Łątka, *J Membr Biol* (2019) 252(1):31-39;
- [6] A. Chachaj-Brekiesz, A. Wnętrzak, E. Lipiec, J. Kobierski, P. Dynarowicz-Łątka. *Coll Surf B* (2019) <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.110564>;

**Reakcja komórek raka pęcherza moczowego na stres oksydacyjny. Próby detekcji
8-oksodeoksyguanozyny**

mgr inż. Katarzyna Sutor¹

prof. dr hab. Małgorzata Lekka², dr inż. Stefan Kurek³

Narastający problem zachorowań na nowotwory generuje ciągle poszukiwania coraz doskonalszych metod terapeutycznych. Częsty przypadek raka (szósty najczęściej występujący typ nowotworu na świecie) dotyczy pęcherza moczowego. Obecnie można zaobserwować duże zainteresowanie naukowców terapiami przeciwnowotworowymi opartymi na działaniu RFT. Wiedza na temat zdolności naprawy uszkodzeń DNA i wpływu stresu oksydacyjnego na komórki raka pęcherza moczowego w zależności od ich ekspozycji na nadmiar tlenu przez różny okres czasu w odniesieniu do zachowań prawidłowych analogów jest istotna w planowaniu takich terapii. Wobec czego w omawianych badaniach skupiono się na zagadnieniach mogących mieć duże znaczenie w pokonywaniu wyzwań takich terapii.

Przedmiotem podjętych działań było zbadanie wpływu stresu oksydacyjnego na kondycję struktury cytoszkieletu i błony komórkowej komórek raka pęcherza moczowego (linia HTB5) oraz referencyjnych (linia HCV29) przez pomiar elastyczności tych biologicznych indywiduów. Przy użyciu AFM zmierzono elastyczność omawianych komórek poddanych ekspozycji na warunki o zmiennej zawartości tlenu (przez zmiany stężenia CO₂ od 5,0 do 0,1 % w środowisku zewnętrznym komórek), po hodowli przez 24, 48 i 72 h. Podjęto także starania opracowania metody oceny zdolności tych komórek do naprawy uszkodzeń DNA przez detekcję 8-oksodeoksyguanozyny w mediach hodowlanych. Jednocześnie przeprowadzono test cytotoksyczności badanych komórek w dwóch wybranych punktach pomiarowych (1,0 i 5,0 % CO₂ w atmosferze hodowli przez 48 h). Zrealizowane badania ujawniły interesującą, nieliniową reakcję komórek złośliwego raka pęcherza moczowego, a w szczególności komórek referencyjnych, na czynnik stresogenny. Woltamperometryczna detekcja utlenionej guanozyny została z powodzeniem zrealizowana w pilotażowych

¹ Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki;

Zakład Badań Mikroukładów Biofizycznych Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk

² Zakład Badań Mikroukładów Biofizycznych Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk

³ Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki

badaniach, w roztworze buforu fosforanowego. Wykazano trudności w zastosowaniu tej metody w detekcji 8-oksy-2'-deoksyguanozyny w buforowanych mediach hodowlanych, co prawdopodobnie związane jest z obecnością w nich składników utrudniających analizę. Wykazano znaczący, toksyczny wpływ tlenu na komórki hodowane w atmosferze o stężeniu 1 % CO₂ oraz większą wrażliwość na wspomniany czynnik komórek linii HCV29.

Badania rozdzielania i bioaktywności acylowanych oligoform betacyjaninowych

mgr inż. Katarzyna Sutor¹

dr hab. inż., prof. nadzw. PK Sławomir Wybraniec¹,

mgr inż. Agnieszka Kumorkiewicz¹

Wyniki najnowszych badań naukowych pokazują, że naturalne barwniki roślinne z grupy betalain ujawniają korzystny wpływ na zdrowie ludzkie. Betalainy cechuje nie tylko duża różnorodność barw, ale również liczne właściwości biologiczne. Przypisuje się im właściwości antyoksydacyjne, chemoprewencyjne, cytotoksyczne oraz antyproliferacyjne. Dane literaturowe dowodzą, że przeciwutleniacze posiadają zdolność do zapobiegania bądź opóźniania rozwoju tkanek nowotworowych. Z tego względu barwniki betalainowe stanowią perspektywiczną, lecz nie do końca zbadaną klasę naturalnych barwników.

Bugenwilla gładka (*Bougainvillea glabra*) jest rośliną ozdobną, cechującą się intensywnie zabarwionymi przykwiatkami, a tym samym dużą zawartością acylowanych oligoglikozydowych połączeń betacyjaninowych. Różnorodność tych związków stanowi duże wyzwanie dla chromatografii, jednakże czyni tę roślinę cennym materiałem badawczym o wysokim potencjale naukowym, co skłania do bardziej wnikliwych badań na tej ogromnej puli związków. Nieodkryta natura wielu obecnych w Bugenwilli barwników, a także wcześniej nieeksplorowany temat identyfikacji produktów ich reakcji chemicznych otwierają szerokie, niezwykle ciekawe możliwości badawcze. Sukces badań pomoże w identyfikacji bardziej stabilnych pochodnych i da możliwości poszerzenia spektrum zastosowań tych barwników w badaniach klinicznych jako naturalnych środków terapeutycznych. Wobec tego planuję kontynuować podjęte działania mające na celu m.in. charakterystykę profili barwników w ekstraktach uzyskanych z Bugenwilli gładkiej, identyfikację wyizolowanych i oczyszczonych barwników techniką HPLC-DAD-ESI-MS/MS oraz określenie struktury chemicznej wyizolowanych związków metodą NMR. Następnie planuję zbadanie bioaktywności omawianych substancji (m.in. cytotoksyczności w teście MTT) prowadzone w ramach współpracy z Wydziałem Farmacji UJ i ich właściwości przeciwnowotworowych metodą AFM i mikroskopii fluorescencyjnej, przy współpracy z Zakładem Badań Mikroukładów Biofizycznych IFJ PAN.

¹ Instytut Chemii i Technologii Nieorganicznej Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki

Nanomateriały węglowe do zastosowań w biodetekcji substancji aktywnych biologicznie

mgr inż. Łukasz Janus¹

mgr inż. Julia Radwan Pragłowska¹, dr inż. Marek Piątkowski¹,

inż. Aleksandra Sierakowska¹, Kseniia Burkovskaia¹

Nanomateriały węglowe jakimi są kwantowe kropki węglowe (CQDs) cechują się rozmiarem w zakresie 1-10 nm, bardzo dobrą rozpuszczalnością w roztworach wodnych, zdolnością do emisji światła w różnym zakresie w zależności od długości fali wzbudzającej, a także w przeciwieństwie do kropek o rdzeniu metalicznym brakiem cytotoksyczności.

Ze względu na swoją średnicę są w stanie penetrować błonę komórkową przez co mogą stanowić niezwykle użyteczne narzędzia diagnostyczne. Nanokropki węglowe otrzymywane w procesie hydrokarbonizacji mogą ulec jednoczesnej modyfikacji powierzchniowej, co skutkuje nadaniem im dodatkowych cech, tym samym zwiększając ich aplikacyjność.

Celem niniejszej pracy było opracowanie nietoksycznych nanokropek węglowych stosując jako surowiec bazowy biomasę odpadową. Zaproponowana ścieżka otrzymywania umożliwiła otrzymanie węglowych kropek kwantowych zawierających dodatkowo wbudowane hydrofilowe grupy funkcyjne takie jak aminowa i karboksylowa. Nanokropki cechują się bardzo dobrą rozpuszczalnością w symulowanych płynach ustrojowych, a także czułością na zmiany pH. Otrzymane nanomateriały posiadają bardzo interesujące właściwości spektroskopowe i cechują się wysoką fotostabilnością i wydajnością kwantową.

CQDs cechują się zdolnością do selektywnej biodetekcji wybranych związków bioaktywnych takich jak witaminy, również w obecności składników matrycy biologicznej, a także są biokompatybilne w stosunku do linii komórkowej L929, co potwierdzono testem XTT.

To wszystko sprawia, że otrzymane nanomateriały węglowe posiadają bardzo duży potencjał w nowoczesnej diagnostyce i nanomedycynie.

Badania były współfinansowane z projektu Preludium, Narodowe Centrum Nauki, nr rejestracyjny 2017/25/N/ST8/02952.

¹ Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

POPC/POPE supported lipid bilayers intercalated with quantum dot: effect of QD size on bilayer formation and structure

dr Magdalena Włodek¹

*dr Michał Szuwarzyński², dr hab. Marta Kolasinska-Sojka¹, dr Wuge Briscoe³,
prof. dr hab. Piotr Warszyński¹*

The development of nanocomposite materials for the delivery of therapeutic agents has introduced new opportunities for improved medical treatment. In particular, quantum dots (QDs) as components of functional systems are promising for medical imaging, theranostics, targeted therapy, drug delivery, and biosensing. Increasing use of QDs in biological applications motivates exploration of their physical interactions with biological systems, particularly the cell membrane. However, little is known about the influence of embedded hydrophobic QDs on the formation process of SLBs via vesicle fusion, and their effect on the morphology and structure of the SLBs.

The main goal of the presented study was to examine in detail the impact of hydrophobic nanoparticles on the formation and structure of mixed POPC/POPE lipid bilayers, formed by liposome fusion atop a positively charged PEI monolayer. As hydrophobic nanoparticles – CdS QDs with the size ranging from 2.7nm to 5.4nm were used. We confirmed their incorporation into the lipid bilayer by cryo-TEM imaging. Fluorimetric emission spectra further proved the QD presence in the POPC/POPE liposomes and in the SLBs formed by liposome fusion on the PEI monolayer. The kinetics of liposome deposition on the PEI film and subsequent SLB formation was monitored by QCM-D. Furthermore, we studied the influence of embedded QDs on the SLB structure and topography was using synchrotron X-ray reflectivity and atomic force microscopy.

We demonstrated that the incorporation of hydrophobic QDs promoted the bilayer formation on the PEI cushion, evidenced by the rupture and fusion of the QD-endowed liposomes at a lower surface coverage compared to the liposomes without QDs. Furthermore, the degree of disruption in the SLB caused by the QDs was correlated with the QD size.

¹ Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk

² Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii

³ University of Bristol, School of Chemistry

Our results provide mechanistic insights into the kinetics of the formation process of QD-endowed supported lipid bilayers via liposome fusion on polymer cushions.

Acknowledgements:

This research was funded by the statutory research found of ICSC PAS.

Antybakteryjne warstwy na tytanowych implantach medycznych

Karolina Markiewicz¹

mgr inż. Joanna Karbowniczek¹

Wraz z wiekiem maleje sprawność naszego organizmu, odbudowa i regeneracja tkanek zachodzi wolniej, ze zmniejszoną wydajnością. Postępującemu uszkodzeniu ulegają między innymi stawy, a przyczynia się do tego również siedzący tryb życia, brak ruchu, czy nadmierna otyłość. Osteoartroza, czyli choroba zwyrodnieniowa stawów, powoduje ich sztywność, obniżony zakres ruchu, często również ból i opuchliznę, co znacząco zmniejsza komfort poruszania się i obniża jakość życia, szczególnie starszych osób. Skutecznym rozwiązaniem przy zaawansowanej osteoartrozie jest zastąpienie uszkodzonego stawu implantem, tzw. zabieg endoprotezoplastyki. W Polsce na przestrzeni ostatnich pięciu lat nastąpił ponad 60% wzrost liczby przeprowadzanych zabiegów endoprotezoplastyki. W 2018 roku w naszym kraju wykonano ponad 88 tysięcy takich operacji, a na całym świecie rocznie wykonuje się ich kilka milionów. Obecnie jest to już rutynowy zabieg o bardzo wysokim wskaźniku skuteczności. Jednak, pomimo znaczącego postępu w medycynie i opracowania nowoczesnych konstrukcji implantów nadal poważną komplikacją są okołoperacyjne infekcje.

Dlatego celem pracy było opracowanie i wytworzenie antybakteryjnych powłok na medycznym stopie tytanu, aby zmniejszyć ryzyko infekcji związanych z endoprotezoplastyką. W badaniach zastosowano powłoki wytwarzane metodą elektrolityczno-plazmowego utleniania (ang. micro-arc oxidation) przy różnych parametrach procesu. Otrzymane powłoki zawierały związki srebra, miedzi i cynku, o potwierdzonym działaniu antybakteryjnym. Mikrostrukturę i skład chemiczny powłok badano za pomocą zaawansowanych technik analitycznych i mikroskopowych. Wykonano porównanie wielkości porów i rozmieszczenia poszczególnych pierwiastków w zależności od warunków wytwarzania powłok. Podziękowania

Praca realizowana w ramach Grantu Rektorskiego nr 35/2019.

¹ AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza

Bioaktywne środki hemostatyczne oparte o chitozan i inne substancje pochodzenia naturalnego

mgr inż. Julia Radwan-Pragłowska¹

mgr inż. Łukasz Janus¹, dr inż. Marek Piątkowski¹, inż. Aleksandra Sierakowska¹,

Kseniia Burkovskaia¹

Masowa utrata krwi jest jedną z najczęstszych przyczyn zgonów na całym świecie, zaś transfuzja krwi często wiąże się z powikłaniami lub wznowieniem nowotworów. Istotnym problemem jest również niewystarczająca liczba krwiodawców. To wszystko powoduje, iż nowoczesne środki hemostatyczne cieszą się coraz większą uwagą naukowców i lekarzy. Środki hemostatyczne mogą przywracać stan hemostazy poprzez tworzenie skrzepu lub aktywację naturalnych procesów kaskady krzepnięcia krwi.

Celem niniejszych badań było opracowanie nowatorskich środków hemostatycznych o zdolności do szybkiego i skutecznego niwelowania krwotoków powstałych w wyniku urazu lub w trakcie postępowania operacyjnego.

Biomateriały zostały otrzymane w wyniku sieciowania chitozanu z zastosowaniem substancji pochodzenia naturalnego w warunkach promieniowania mikrofalowego zgodnie z zasadami Zielonej Chemii i Zrównoważonego Rozwoju. Otrzymane produkty zostały poddane badaniom właściwości fizykochemicznym celem określenia ich struktury chemicznej oraz morfologii. Wyznaczono ich gęstość, porowatość, zdolność do pęcznienia w SBF i PBS, a także podatność na biodegradację enzymatyczną.

Aby potwierdzić właściwości hemostatyczne wykonano badania hemocytotoksyczności oraz określono zdolności hemostatyczne. Przeprowadzone prace udowodniły brak cytotoksycznego na komórkach pierwotnych. Analiza morfologii biomateriałów po inkubacji z krwią wykazały obecność zarówno trombocytów, jak i erytrocytów na ich powierzchni. Otrzymane wyniki jednoznacznie potwierdziły duży potencjał proponowanych biomateriałów w zastosowaniu zapobiegawczo masowej utracie krwi.

Badania były realizowane w ramach stypendium START Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej, nr umowy START 073.2019.

**Bioaktywne układy polimerowo-nieorganiczne do zastosowań w stomatologii
personalizowanej**

dr inż. Marek Piątkowski¹

mgr inż. Łukasz Janus¹, mgr inż. Julia Radwan-Pragłowska¹,

inż. Aleksandra Sierakowska¹, Kseniia Burkovskaia¹

Obecnie coraz częściej wykonuje się zabieg wstawiania implantu stomatologicznego zęba. Aby procedura przebiegła skutecznie bardzo często wcześniej konieczne jest dokonanie podniesienia dna zatoki szczękowej, które ulega obniżeniu w wyniku utraty lub celowego usunięcia zęba. Wszczepienie substytutu kości składającego się z odzwierzęcego lub syntetycznego hydroksyapatytu może wiązać się z powikłaniami i niepożądanymi reakcjami immunologicznymi organizmu. Dodatkowo, stosowanie materiału odzwierzęcego niesie za sobą ryzyko transmisji choroby oraz może stanowić barierę ze względów światopoglądowych pacjenta.

Celem badań było otrzymanie nanokompozytu chitozan-HA stosując substancje pochodzenia nieodzwierzęcego. W ramach wykonanych prac przeprowadzono serię syntez syntetycznego HA oraz modyfikację biopolimeru. Następnie w warunkach promieniowania mikrofalowego otrzymano matrycę polimerową pokrytą nanocząstkami hydroksyapatytu. Gotowe produkty zbadano pod kątem struktury chemicznej, składu pierwiastkowego oraz struktury krystalicznej i morfologii. Określono inkorporacji HA NPs na powierzchni biomateriału. Wykonano badania bioaktywności z użyciem symulowanych płynów ustrojowych, a także zbadano cytotoksyczność zgodnie z normą dla wyrobów medycznych. Wykonano również pozytywne próby zasiania biomateriałów komórkami.

Otrzymane wyniki są obiecujące i posłużą do otrzymania personalizowanych bioimplantów do zastosowań w stomatologii, w szczególności do podnoszenia dna zatoki szczękowej.

Badania zostały sfinansowane w ramach projektu LIDER, nr LIDER/42/0149/L- 9/17/NCBR/2018.

Zaawansowane nankompozyty chitozan/ZnO NPs do zastosowań w transdermalnym dostarczaniu substancji leczniczych dedykowanych dla schorzeń przewlekłych układu sercowo-naczyniowego

inż. Aleksandra Sierakowska¹

mgr inż. Łukasz Janus¹, mgr inż. Julia Radwan-Pragłowska¹,

inż. Aleksandra Sierakowska¹, Kseniia Burkovskaia¹

Choroby układu sercowo-naczyniowego to najczęstsza przyczyna zgonów na całym świecie. Celem uniknięcia udarów niedokrwiennych mózgu, czy zawałów serca miliony osób na całym świecie przyjmuje substancje o działaniu rozrzedzającym. Długotrwałe zażywanie leków może powodować szereg skutków ubocznych, zwłaszcza żołądka, nerek, czy wątroby.

Terapia transdermalna umożliwia dostarczanie substancji leczniczych bez nadwyżania organizmu pacjenta. Ta nowoczesna metoda wyróżnia się skutecznością, łatwością oraz dużym bezpieczeństwem zapewniając wysoką dawkę terapeutyczną przez długi okres czasu.

Chitozan to biopolimer, który w wyniku sieciowania fizycznego i chemicznego ma zdolność do tworzenia hydrożeli. Jest on również znany ze zdolności do zwiększania przepuszczalności błony komórkowej, dzięki czemu możliwe jest dostarczenie wyższej dawki terapeutycznej.

W ramach badań otrzymano czułe na zmiany pH nanokompozyty chitozanu dotowane nanocząstkami tlenku cynku. Biomateriały zbadano pod kątem struktury chemicznej i morfologii, a także potwierdzono obecność ZnO NPs na ich powierzchni. Wyznaczono pojemność sorpcyjną produktów, jak i zdolność do adsorpcji substancji czynnej. Określono profil uwalniania leku w zależności od pH i temperatury. Dodatkowo, wykazano brak działania cytotoksycznego na pierwotne komórki skóry (human dermal fibroblasts).

Otrzymane wyniki pokazują, iż proponowane nanokompozyty stanowią zaawansowany system do kontrolowanego dostarczania leków metodą transdermalną.

Badania były współfinansowane z projektu Sonata, Narodowe Centrum Nauki, nr rejestracyjny 2017/ 26/D/ST8/00979.

Wpływ materiałów fazowo-zmiennych na właściwości termiczne poliuretanosacharydów

mgr inż. Klaudia Ordon¹

dr hab. inż. Kinga Pielichowska¹

Poliuretany (PU) przyciągają uwagę dzięki możliwościom modyfikacji chemicznej bądź fizycznej oraz kontrolowanym właściwościom. Poliuretany są blokowymi kopolimerami złożonymi z segmentów sztywnych pochodzących z diizocyjanianów i z segmentów giętkich pochodzących ze składników poliolowych. Grupy -NCO diizocyjanianów reagują z grupami -OH polioli z wytworzeniem wiązania uretanowego. Poliuretany są otrzymywane z polioli, takich jak przykładowo poli(glikol etylenowy) (PEG), poli(ϵ -kaprolakton) (PCL) czy poli(kwas mlekowy) (PLA) [1]. PEG uważany jest za jeden z najbardziej obiecujących materiałów fazowo-zmiennych (PCM). Właściwości PEG do zastosowania jako PCM zależą przede wszystkim od jego średniej masy cząsteczkowej. Temperatura topnienia PEG w zależności od średniej masy cząsteczkowej może wynosić od 1 do 69°C [2].

Biomateriały poliuretanowe otrzymano stosując dwuetapową metodę polimeryzacji w masie. Jako poliol zastosowano PCL o średniej masie cząsteczkowej 2000. 1,6-heksametylenodiizocyjanianu (HDI) dodano w stechiometrycznych ilościach. Jako katalizator zastosowano dilaurynian dibutylocyny (DBTDL), 1,4-butanodiolu (BDO) i skrobi użyto jako przedłużacza łańcucha/sieciownika. W celu polepszenia bioaktywności materiału użyto hydroksyapatytu (HAp). PEG o czterech różnych masach cząsteczkowych (4000, 6000, 8000, 10 000 g/mol), jak również zmodyfikowany za pomocą skrobi zastosowano jako materiał fazowo-zmienny do magazynowania energii cieplnej wydzielającej się podczas sieciowania PU. Do charakterystyki otrzymanych poliuretanosacharydów zastosowano metody SEM/EDS, DSC/DSC-TOPEM i TG/DTG. Analiza wyników TG i DTG wskazuje, że materiały te charakteryzuje trzyetapowy proces degradacji termicznej. Jak wynika z otrzymanych danych, wprowadzenie PCM powoduje wzrost stabilności termicznej i obniżenie temperatury sieciowania PU.

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Biomateriałów

Podziękowanie

Praca finansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu nr UMO-2016/22/E/ST8/00048.

[1] K.Ordon, M. Szlachta, P. Szatkowski, K. Pielichowska, Examining the effect of starch and hydroxyapatite crosslinking on the thermal properties of polyurethane-based biomaterials, *Thermochimica Acta*, 2019, 178414.

[2] K. Pielichowska, M. Nowak, P. Szatkowski, B. Macherzyńska, The influence of chain extender on properties of polyurethane-based phase change materials modified with graphene, *Applied Energy*, 2016, 024-1033.

Wpływ bioaktywnych szkieł na wybrane właściwości hydrożeli na bazie kolagenu

dr inż. Justyna Pawlik¹

dr Karolina Zazakowny¹, dr Joanna Mastalska-Popławska¹,

dr hab. inż. Katarzyna Cholewa-Kowalska¹

Hydrożele to grupa polimerów, syntetycznych bądź naturalnych, które wykazują zdecydowanie hydrofilowy charakter i są zdolne do odwracalnej absorpcji znacznej ilości wody. Hydrożele znajdują zastosowanie przede wszystkim w inżynierii tkankowej (rusztowania komórkowe) oraz w systemach dostarczania leków. W grupie polimerów naturalnych wykorzystywanych do otrzymywania hydrożeli specjalne miejsce ze względu na właściwości i zgodność z żywym organizmem zajmuje kolagen. W żywym organizmie kolagen pełni funkcje strukturalne oraz wspiera właściwości mechaniczne tkanek i narządów. Liczne badania naukowe wykazały wysoką biokompatybilność tego polimeru a także wspieranie procesu gojenia ran. Wśród metod otrzymywania hydrożeli kolagenowych można wyróżnić metody sieciowania fizycznego lub chemicznego. Te pierwsze mogą prowadzić do słabej stabilności i nieregularności struktury, natomiast wprowadzanie odpowiednich czynników sieciujących pozwala z jednej strony na otrzymanie materiałów o znacznej powtarzalności, a z drugiej może prowadzić do zmiany początkowych właściwości materiału. Dlatego też, w pracy zaproponowano otrzymanie hydrożeli na bazie kolagenu (osnowy) oraz bioaktywnego szkła żelowego (modyfikatora).

Badania prowadzono pod kątem wpływu składu chemicznego bioszkieł oraz sposobu jego wprowadzenia do matrycy kolagenowej – bądź to w formie cząstek bądź zawiesiny cząstek w wodzie, między innymi na stopień żelowania kompozytu, jego właściwości mechaniczne oraz bioaktywne. W konsekwencji ustalono optymalny sposób otrzymywania kompozytów kolagen-bioaktywne szkło, jak również otrzymano materiały charakteryzujące się znaczną porowatością, jak również bioaktywnością oraz podwyższonych parametrach mechanicznych.

Badania realizowane w ramach grantu nr 2017/27/B/ST8/00195 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Technologii Szkła i Powłok Amorficznych

Materiały poliuretanowe modyfikowane funkcjonalizowaną ceramiką bioaktywną do regeneracji tkanki kostnej

mgr inż. Monika Szlachta¹

dr hab. inż. Kinga Pielichowska¹

Inżynieria tkankowa oferuje nowe możliwości regeneracji uszkodzonej tkanki w ludzkim ciele, w przypadku gdy naturalne procesy prowadzące do uzupełnienia braków są niemożliwe. Jednym ze sposobów rozwiązania tego problemu, jest wprowadzenie rusztowania, które stanowi rdzeń do regeneracji oraz naprawy uszkodzonej kości, poprzez zapewnienie możliwości adhezji oraz proliferacji komórek natywnych [1, 2]. Poliuretany (PU) stanowią znaczącą część syntetycznych polimerów, stosowanych w medycynie. Zbudowane są głównie z izocyjanianu, polioliu oraz przedłużacza łańcucha, połączonych ze sobą wiązaniem uretanowym. Funkcjonalizacja poliuretanu poprzez dodatek naturalnych polisacharydów, takich jak chitozan, sprzyja zastosowaniu tych polimerów w medycynie [3].

Prezentowana praca badawcza dotyczy materiałów poliuretanowych, które mają potencjalne zastosowanie do regeneracji tkanki kostnej oraz mogłyby zastąpić akrylanowe cementy kostne. Otrzymywane są w oparciu o polisacharydy, ceramikę bioaktywną oraz materiały fazowo-zmienne. Do otrzymania polimerów poliuretanowych został wykorzystany diizocyjanian heksametylenu (HDI) oraz poli(glikol etylenowy) o średniej masie cząsteczkowej 2000 (PEG 2000). Drugi wariant stanowią materiały, w których PEG 2000 zamieniono na biokompatybilny poli(-kaprolakton) (PCL). Syntetyczny środek sieciujący, jakim jest 1,4-butanodiol (BDO) częściowo zastąpiono chitozaniem. Dodatkowo do matrycy poliuretanowej, wprowadzono hydroksypatyt (HAp), który należy do nieorganicznych składników kości. Przebadano właściwości termiczne otrzymanych materiałów z wykorzystaniem metody DSC oraz TG. Przeprowadzono również analizy jak FTIR oraz obserwacje SEM.

¹ Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

1. Kang, Z., et al., Materials Science and Engineering: C, 2017. 70: p. 1125-1131.
2. Zieleniewska, M., et al.,. Polymer Degradation and Stability, 2014. 108(Supplement C): p. 241-249.
3. Usman, A., et al., International Journal of Biological Macromolecules, 2016. 86: p. 630-645.

Medycyna integracyjna - odpowiedzią na potrzeby pacjentów

lek. Kamila Mitka¹, lek. Monika Rybicka¹

Medycyna konwencjonalna (zachodnia) coraz częściej konfrontuje się z ograniczeniem w postaci braku dalszych skutecznych metod leczenia, dodatkowych, alternatywnych technik terapeutycznych, szczególnie w przypadku leczenia chorób przewlekłych i nowotworowych. Równolegle zwraca się uwagę na indywidualne, holistyczne podejścia do pacjenta, czyli takie, gdzie pacjent ma dostęp do wszystkich możliwych technik terapeutycznych służących poprawie jego stanu. Co więcej sami pacjenci również chcą mieć istotny wpływ na swój proces leczenia – często zmuszeni są jednak szukać alternatywnych metod terapii we własnym zakresie. Zagadnienia te są szczególnie istotne na polskim rynku - wzrost zachorowalności na choroby cywilizacyjne, pogarszająca się jakość życia osób w podeszłym wieku, multichorobowość, zwiększenie problemu polifarmakoterapii i związana z tym kwestia interakcji lekowych i działań niepożądanych, a także rosnąca potrzeba prewencji chorób rodzi konieczność poszukiwania nowych modeli opieki nad pacjentami.

Odpowiedzią na powyższe tematy staje się medycyna integracyjna. Model zintegrowanego podejścia zorientowanego na pacjenta oferuje kompleksowe podejście do pacjenta jako jednostki, uwzględniając różne aspekty jego życia i funkcjonowania. To co go wyróżnia, to fakt, że stosowane w jego ramach metody terapeutyczne są wiarygodne, oparte na badaniach. Nie jest stosowany konkurencyjnie do rozwiązań medycyny zachodniej, ale jako forma leczenia uzupełniającego do leczenia konwencjonalnego. Wszystko to ma na celu uzyskanie jak najlepszych efektów terapii – poprawę stanu zdrowia, wyleczenie.

¹ Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum