



KRK InnoTech Summit 2017

START #KRK UP



START
#KRK UP



Kraków
Miastem
Startupów



Kraków

Opracowanie:

- mgr inż. Michał Adamczyk - AGH Akademia Górniczo-Hutnicza & Kraków Miastem Startupów
- mgr Joanna Szarek - Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Opracowanie zawiera streszczenia materiałów zaprezentowanych podczas konferencji *KRK InnoTech Summit 2017*, która odbyła się w Krakowie 26 października 2017.

Komitet naukowy konferencji:

- Dr hab. inż. prof. PK Agnieszka Generowicz (PK)
- Dr hab. prof. AGH Natalia Iwaszczuk (AGH)
- Dr hab. prof. AGH Joanna Kulczycka (AGH)
- Dr hab. prof. UEK Łukasz Mamica (UEK)
- Dr hab. Paweł Węgrzyn (UJ)
- Dr Jakub Piecuch (UR)
- Dr Małgorzata Pink (UR)

Wydawca:

Fundacja Kraków Miastem Startupów,
ul. Zygmunta Augusta 5/1, 31-010 Kraków
E-mail: kontakt@kms.org.pl

ISBN: 978-83-942282-3-1

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie.....	4
Sposób monitorowania zmian temperatury wywołanych filtracją wody w nasypie gruntowym	5
Sadza jako modyfikator elektrod w pomiarach woltamperometrycznych	7
Modyfikacja własności elektrycznych żelazianu bizmutu	9
Biopolimerowe kapsuły zawierające nanocząstki superparamagnetyczne jako funkcjonalne nośniki substancji aktywnych	11
Biomimetyczne materiały hydrożelowe dla potrzeb inżynierii tkankowej ...	13
Bioaktywne szkła nowej generacji dla zastosowań w regeneracji tkanki kostnej	15
The hybrid hydrogel materials as potential injectable scaffolds for bone regeneration	17
Nowy sposób wytwarzania przeciwdrobnoustrojowej warstwy tlenku cyrkonu na podłożu metalicznym za pomocą sonochemicznej metody zol-żel	19
Bimetaliczny katalizator strukturalny do dopalania metanu	21
Katalizator na bazie tlenku chromu do dopalania metanu	23
Silicon carbide derived from DPF filters as an alternative aggregate	25
Zastosowanie nowej błonkowej elektrody tellurowej do oznaczenia miedzi techniką anodowej woltamperometrii stripingowej	27

Catalyst for low-temperature N ₂ O decomposition	29
Opaskowy czujnik zmian przekroju poprzecznego do monitoringu ciągłego obmurza szybów górniczych	31
Kontrolowanie zmian strukturalnych płynów podczas przepływu	33
Określenie czynników wpływających na kolejność wykonywania zabiegów w produkcji rolniczej.....	35

WPROWADZENIE

Niniejsza publikacja jest podsumowaniem trzeciej już edycji konferencji naukowo-biznesowej pn. *KRK InnoTech Summit*, realizowanego przez fundację Kraków Miastem Startupów.

Tytuł konferencji bezpośrednio nawiązuje do stworzonego przez KMS programu pre-akceleracyjnego *KRK InnoTech Starter*, którego misją jest wspieranie zrównoważonego rozwoju poprzez łączenie technologii akademickich z potencjałem przedsiębiorczym młodych ludzi.

KRK InnoTech Summit jest pomostem łączącym młodych naukowców, posiadających oryginalne rozwiązania technologiczne, innowacyjnych przedsiębiorców oraz inwestorów gotowych do wspierania ryzykownych przedsięwzięć. Tegoroczna edycja konferencji odbywała się w ramach Krakowskiego Tygodnia Startupów START #KRK UP i korzystała ze wsparcia Urzędu Miasta Krakowa.

Serdecznie zapraszam do zapoznania się z projektami młodych naukowców przedstawionych w niniejszej publikacji.

Prezes Zarządu

Kraków Miastem Startupów


Michał Adamczyk

SPOSÓB MONITOROWANIA ZMIAN TEMPERATURY WYWOŁANYCH FILTRACJĄ WODY W NASYPIE GRUNTOWYM

dr inż. Mariusz Cholewa¹, inż. Tetiana Kutia², dr inż. Katarzyna Kamińska¹,
dr inż. Przemysław Baran¹,

Prawidłowe wybudowanie nasypów ziemnych, zwłaszcza hydrotechnicznych wymaga odpowiedniej wiedzy i doświadczenia. Kontrola geotechniczna na etapie budowy obejmuje podstawowe właściwości fizyczne gruntu, jak: gęstość, wilgotność uziarnienie, zagęszczenie, współczynnik filtracji. Kontrola wymusza osiągnięcie zalecanych w projekcie wartości wskaźników projektowych. W czasie piętrenia wody przez budowlę występują procesy termiczne wynikające z przejmowania przez grunt nasypu również temperatury wody rozpoczynającej filtrację pomiędzy ziarnami. Zmiany temperatury gruntu mogą przebiegać wielowątkowo.

Wieloletnie praktyczne doświadczenie pracowników Katedry Inżynierii Wodnej i Geotechniki Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie w zakresie budowy i eksploatacji ziemnych budowli hydrotechnicznych przyczyniło się do zaplanowania nowych badań stanowiących uzupełnienie standardowych metod. Wykorzystując własnego projektu stanowisko badawcze „Aquarius” można było wybudować model nasypu hydrotechnicznego stosując jako materiał jednorodny grunt

¹ Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki

² National University of Water and Environmental Engineering in Rivne, Institute of Automation Cybernetics and Computer Engineering, Ukraine

mineralny. Możliwe również było umieszczenie we wnętrzu nasypu sensorów temperatury. Lokalizacja termometrów wgłębnych w korpusie nasypu była opracowana na podstawie położenie krzywej filtracji. Wyposażenie badawcze umożliwiło utrzymanie znacznej różnicy temperatury pomiędzy nasypem badawczym a infiltrującą wodą. Przesunięcie się frontu zwilżenia w kierunku od skarpy odwodnej monitorowano za pomocą kamery termowizyjnej. Obserwowano jak grunt nasypu przejmuje temperaturę wody, działając jak izolator. Odpowiedni dodatek selekcyonowanych frakcji mieszaniny popiołu - żuźlowej poprawia parametry izolacyjności termicznej gruntu.

Wyniki tych badań mogłyby stanowić podstawę do monitorowania ziemnych budowli hydrotechnicznych, eliminującego możliwość powstawania lokalnych, niekorzystnych (niebezpiecznych) warunków filtracji. Ustalenie zależności pomiędzy frontem zwilżenia, krzywą filtracji, pozwala w połączeniu z odczytami z sensorów temperatury lepiej kontrolować stan techniczny obwałowania. Służy również do oceny warunków lokalnej filtracji, w miejscach awaryjnych, w których przepływ filtracyjny przybiera niekorzystne wartości.

SADZA JAKO MODYFIKATOR ELEKTROD W POMIARACH WOLTAMPEROMETRYCZNYCH

*mgr inż. Joanna Smajdor¹, dr hab. inż. Robert Piech¹,
dr hab. inż. Beata Paczosa-Bator¹*

Woltamperometria należy do grupy metod elektroanalitycznych, pozwalających na wysokoczułe oznaczenia ilościowe zarówno pierwiastków, jak i związków organicznych oraz nieorganicznych. Typowy układ pomiarowy stosowany w badaniach złożony jest z trzech elektrod, elektrody odniesienia, pomocniczej, oraz najważniejszej z nich, pracującej, na której zachodzą reakcje, które stanowią podstawę oznaczeń ilościowych badanego analitu. Jednym z rozwiązań stosowanych w woltamperometrii w celu uzyskania wysokiej czułości oznaczeń jest modyfikacja powierzchni elektrod poprzez np. nakrapianie warstw modyfikatora. Ich rolą jest wzmocnienie sygnału reakcji redoks zachodzącej na powierzchni elektrody pracującej, wchodzącej w skład układu pomiarowego. Nowoczesne metody aplikacji warstw pozwalają na precyzyjne kontrolowanie morfologii ich powierzchni oraz grubości. Spośród szerokiego wachlarza dostępnych materiałów, szczególnie nanomateriały węglowe cieszą się ogromnym zainteresowaniem wśród elektrochemików. Jednym z materiałów, coraz częściej stosowanym jako modyfikator elektrod, jest sadza.

Sadza jest produktem niepełnego spalania paliw i innych materiałów

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

zawierających w swoim składzie chemicznym znaczne ilości węgla. Jej głównym składnikiem jest amorficzna postać węgla. Oprócz tego sadza zawiera zwykle drobne struktury grafitopodobne, niewielkie ilości fulerenów i struktur fulerenopodobnych, oraz resztki spalanych substancji organicznych. Dzięki dużemu rozwinięciu powierzchni oraz mnogości centrów aktywnych, pozwalających na zajście reakcji redoks, znacząco pomaga osiągać niskie limity detekcji dla wielu analitów. Ze względu na łatwą dostępność oraz niski koszt, sięga po nią coraz więcej elektrochemików zainteresowanych osiągnięciem wysokich czułości prowadzonych oznaczeń.

W poniższej pracy zobrazowano zastosowanie warstwy modyfikacyjnej otrzymanej z sadzy jako modyfikatora elektrod o podłożu węgla szklanego. Przedstawiono morfologię otrzymanych warstw oraz zaprezentowano wyniki uzyskane podczas ilościowych pomiarów wybranych związków organicznych z grupy hormonów. Dzięki zastosowaniu warstw modyfikacyjnych z sadzy, możliwe było opracowanie nowych metod pomiarowych dla proponowanych analitów.

Praca sfinansowana z badań statutowych AGH nr 11.11.160.799

MODYFIKACJA WŁASNOŚCI ELEKTRYCZNYCH ŻELAZIANU BIZMUTU

dr Małgorzata Dziubaniuk¹, prof. dr. hab. Mieczysław Rękas¹,

dr hab. prof. UP Jan Suchanicz²

Multiferroiki to grupa funkcjonalnych materiałów, w których występują co najmniej dwa z trzech uporządkowań tj. ferromagnetyczny (ferrimagnetyczny, antyferromagnetyczny lub ferrotoroidalny), ferroelektryczny lub ferroelastyczny. Materiały tego typu cechują się sprzężeniem między własnościami elektrycznymi oraz magnetycznymi, co określono mianem efektu megnetoelektrycznego. Pomimo, że zjawiska te zostały odkryte już w latach 60-ych, praktyczne wykorzystanie multiferroików stało się możliwe dopiero pod koniec lat 90-ych. Wśród do tej pory zaprezentowanych prototypowych urządzeń na bazie multiferroików warto wymienić sensory pola magnetycznego, sensory gazów oraz urządzenia przetwarzające i gromadzące energię.

Materiałem, który wzbudza duże zainteresowanie ze względu na własności podstawowe, jak i możliwe zastosowania jest żelazian bizmutu BiFeO₃ (ozn. BFO), w którym w temperaturze pokojowej występuje uporządkowanie ferroelektryczne oraz antyferromagnetyczne (antyferromagnetyczna temperatura Neela wynosi 643 K, ferroelektryczna temperatura Curie wynosi 1100 K).

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

² Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie, Wydział Matematyczno-Fizyczno-Techniczny

Celem zaprezentowanych badań było określenie własności elektrycznych materiału BFO w szerokim zakresie temperatur 300-700°C, stabilności własności elektrycznych w kontrolowanej atmosferze powietrza syntetycznego w następujących po sobie cyklach grzania i chłodzenia, modyfikacja własności elektrycznych materiału pod wpływem atmosfery bogatej w wodór oraz odwracalność przemian zachodzących w materiale pod wpływem wodoru. Pierwszym etapem było zsyntezowanie materiału BFO z tlenków metali oraz uzyskanie litych, mechanicznie wytrzymałych spieków. Własności elektryczne próbek badano techniką elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej w szerokim zakresie częstotliwości, co doprowadziło do uzyskania ciekawych wniosków. Uzyskane wyniki mają znaczenie dla potencjalnych zastosowań materiału w elementach generatorów wodoru oraz sensorach gazów.

**BIOPOLIMEROWE KAPSUŁY ZAWIERAJĄCE NANOCZĄSTKI
SUPERPARAMAGNETYCZNE JAKO FUNKCJONALNE NOŚNIKI SUBSTANCJI
AKTYWNYCH**

*mgr Elżbieta Gumieniczek – Chłopek^{1,2}, mgr Joanna Odrobińska¹,
dr inż. Sylwia Fiejdasz², prof. dr hab. Szczepan Zapotoczny²,
prof. dr hab. Czesław Kapusta³*

Biopolimerowe kapsuły oparte na ciekłych olejowych rdzeniach, posiadające w swojej strukturze superparamagnetyczne nanocząstki tlenku żelaza (SPION) stanowią innowacyjne rozwiązanie w dziedzinie diagnostyki i terapii. Zastosowanie amfifilowych biopolimerów szczepionych w charakterze stabilizatora termodynamicznie niestabilnych olejowych rdzeni pozwala uniknąć stosowania, niepożądanych w zastosowaniach biomedycznych, małowcząsteczkowych surfaktantów.[1] Dzięki obecności ładunku elektrostatycznego na powierzchni kapsuły możliwe jest pokrycie nośnika polielektrolitem przy wykorzystaniu techniki "warstwa po warstwie" (ang. Layer by Layer). Zastosowanie tej techniki pozwala na kontrolę rozmiarów i poprawę stabilności badanych nośników.[1,3] Występowanie superparamagnetycznych nanocząstek w strukturze kapsuły umożliwia dokładniejsze ukierunkowanie względem docelowego miejsca w organizmie, zastosowanie kapsuły w charakterze środka kontrastującego lub w terapii hipertermicznej.[4]

¹ Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii

² AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej

Przeprowadzone badania obejmują dwa różne polimery amfifilowe wykorzystane w charakterze stabilizatora rdzeni oraz różne polielektrolity stanowiące otoczkę kapsuły. Dodatkowo zsyntezowano dwa rodzaje nanocząstek magnetycznych, które w zależności od typu kapsuły znajdowały się w ciekłym rdzeniu nośnika, w polimerowej otoczce oraz jednocześnie w rdzeniu i otoczce. Za pomocą magnetometrii oraz dyfraktometrii proszkowej zbadano strukturę i magnetyczne właściwości otrzymanych nanocząstek, natomiast nośniki przebadano przy wykorzystaniu techniki dynamicznego rozpraszania światła, pomiarów potencjału Zeta, obrazowania mikroskopią konfokalną, elektronową mikroskopią skaningową i mikroskopią sił atomowych.

- [1] Szafraniec, J. Odrobińska, D. Lachowicz, G. Kania, S. Zapotoczny, Chitosan-based nanocapsules of core-shell architecture *Polimery* 2017, nr 7-8, 509
- [2] Shchukin DG, Sukhorukov GB, Möhwald H. Smart inorganic/organic nanocomposite hollow microcapsules. *Angew Chem Int Ed* 2003;42(37):4472-4475.
- [3] Podgórna K, Szczepanowicz K. Synthesis of polyelectrolyte nanocapsules with iron oxide (Fe₃O₄) nanoparticles for magnetic targeting. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp* 2016;505:132-137.
- [4] Tombácz E, Turcu R, Socoliuc V, Vékás L. Magnetic iron oxide nanoparticles: Recent trends in design and synthesis of magnetoresponsive nanosystems. *Biochem Biophys Res Commun* 2015;468(3):442-453

BIOMIMETYCZNE MATERIAŁY HYDROŻELOWE DLA POTRZEB INŻYNIERII TKANKOWEJ

*mgr Adriana Gilarska^{1,2}, dr Joanna Lewandowska-Łańcucka²,
mgr Katarzyna Mystek², prof. dr hab. Maria Nowakowska²,
dr Joanna Filipowska³*

Projektowanie nowych biomateriałów dla potrzeb inżynierii tkankowej jest istotnym zagadnieniem w dziedzinie współczesnej medycyny regeneracyjnej. Powszechnie występujące urazy układu kostnego wzmagają zapotrzebowanie na opracowywanie skafoldów – trójwymiarowych substytutów macierzy zewnątrzkomórkowej (ECM – extracellular matrix). Macierz zewnątrzkomórkowa stanowi naturalne rusztowanie dla komórek, z którymi tworzy tkankę. Dlatego zasadniczą rolę w projektowaniu skafoldów odgrywa materiał, tworzący sztuczne rusztowanie. Współcześnie wykorzystuje się takie materiały jak metale, bioceramikę, kompozyty czy polimery, które powinny charakteryzować się biozgodnością, bioaktywnością i odpowiednią architekturą porów.

Niniejsza praca przedstawia wyniki badań nad biomimetycznymi materiałami hydrożelowymi, które mogą być potencjalnie użyte jako wstrzykiwalne rusztowania do hodowli komórkowych dla potrzeb inżynierii tkankowej kości. Komponentami hydrożeli były biopolimery – kolagen i chitozan, które są jednymi z najczęściej stosowanych polimerów w inżynierii

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej

² Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii

³ Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi

tkankowej. Czynnikiem sieciującym w tym układzie była genipina – nietoksyczna substancja pochodzenia naturalnego. Dodatkowo hydrożele zostały sfunkcjonalizowane poprzez dodatek nanocząstek krzemionki w celu uzyskania bioaktywnego materiału hybrydowego. Obecność grup Si-OH na powierzchni krzemionki sprzyja tworzeniu się struktur apatytowych. Uzyskane materiały były badane pod względem możliwości stymulacji do proliferacji oraz różnicowania mezenchymalnych komórek macierzystych w kierunku osteoblastów (test Alamar Blue, test aktywności fosfatazy alkalicznej i analiza ekspresji genów). Dokonano również analizy składu chemicznego oraz morfologii wytworzonych układów.

BIOAKTYWNE SZKŁA NOWEJ GENERACJI DLA ZASTOSOWAŃ W REGENERACJI TKANKI KOSTNEJ

*dr inż. Justyna Pawlik¹, dr inż. Katarzyna Cholewa-Kowalska¹,
prof. dr hab. inż. Maria Borczuch-Łączka¹*

Bioaktywne szkła to materiały które wykazują bardzo dobrą integrację z tkanką kostną oraz stymulację tkanek żywych do szybszej regeneracji. Bioaktywne szkła nowej generacji syntezowane w procesie zol-żel w Katedrze Technologii Szkła i Powłok Amorficznych, WIMiC, AGH, charakteryzują się dużym stopniem rozwinięcia powierzchni oraz wyższą bioaktywnością, niż szkła otrzymywane w tradycyjnym procesie topienia. Synteza zol-żel bioszkieł jest procesem niskotemperaturowych, dającym również możliwość modyfikacji składu chemicznego tych materiałów w szerokim zakresie, co pozwala kontrolować ich czas resorpcji, szybkość wiązania z tkanką jak również nadawać im nowe właściwości np. antybakteryjne. Bioaktywne szkła mogą być samodzielnie stosowane do leczenia i regeneracji ubytków kostnych, jak również z dużym powodzeniem mogą być wykorzystywane jako składnik kompozytów m.in. z biopolimerami, bioceramiką oraz metalami i ich stopami. W Katedrze Technologii Szkła i Powłok Amorficznych prowadzimy badania związane z optymalizacją metody zol-żel otrzymywania bioaktywnych szkieł z układu CaO-SiO₂-P₂O₅ o zmiennym udziale CaO/SiO₂ oraz możliwości modyfikacji ich składu

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Technologii Szkła i Powłok Amorficznych

chemicznego magnezem, cynkiem, strontem i srebrem. Do tej pory nasze bioszklą zostały poddane szczegółowej charakterystyce materiałowej, prowadzone są również intensywne badania biologiczne w warunkach *in vitro* i *in vivo*. Otrzymane w Katedrze Technologii Szklą i Powłok Amorficznych bioaktywne szklą stosowane są do wytwarzania kompozytów:

- 1) w połączeniu m.in. z bioresorbowalnymi polimerami (m.in. formie przestrzennych rusztowań dla inżynierii tkankowej)
- 2) w połączeniu z bioceramiką m.in. TiO_2 , α , β -TCP, HA (m.in. w formie litych lub porowatych spieków).
- 3) w połączeniu z metalami m.in. Ti (m.in. w formie litych i porowatych spieków, warstwy na implantach metalicznych).

Biorąc pod uwagę doskonałe właściwości bioaktywnych szkieł w środowisku fizjologicznym, możliwość otrzymywania ich metodą niskotemperaturową pozwalającą nadawać im nowe właściwości poprzez zmiany składu chemicznego, jak również ich potencjał do zastosowań w połączeniach kompozytowych, są to materiały które zdecydowanie zasługują na duże uznanie i zainteresowanie.

Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki (2014/13/B/ST8/02973) oraz Akademii Górniczo-Hutniczej im Stanisława Staszica w Krakowie (11.11.160.365 oraz 15.11.160.205)

THE HYBRID HYDROGEL MATERIALS AS POTENTIAL INJECTABLE SCAFFOLDS FOR BONE REGENERATION

*dr Karolina Zazakowny¹, dr Joanna Lewandowska-Łańcucka²,
prof. dr hab. Inż. Marta Radecka¹, prof. dr hab. Maria Nowakowska²*

The hybrid hydrogel materials containing TiO₂ nanoparticles are promising candidates for preparation of bioactive, injectable scaffolds for tissue engineering on which the cells may associate, grow and proliferate. Since the scaffolds are placed in the living bodies they must be bioactive and eventually should be either absorbed or degraded after their medical function is completed. Therefore biodegradable biopolymer matrices are frequently used as the scaffolds for bone tissue repair. Among many popular polymeric matrices these obtained from collagen and chitosan are of considerable interest. Collagen, being the component of the bone tissue is a perfect candidate for preparation of the matrix of scaffolds. Whereas chitosan, as a natural polymer is biocompatible and biodegradable and its addition to the matrix should improve its mechanical properties. However, to ensure the optimal mechanical strength for use as scaffolds, injectable polymers must be additionally crosslinked in situ. TiO₂ nanoparticles were recently tested as fillers in polymeric materials aimed to improve properties of bone engineering scaffolds. Inorganic particles have been introduced to the polymeric matrices in order to improve strength, mechanical properties

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

² Jagiellonian University, Faculty of Chemistry

as well as their bioactivity. Since there are many studies showing that HAp formation might be strongly accelerated at the surface of TiO₂ particles their incorporation into the polymeric materials can be considered as an effective way to enhance the bioactivity of the resulted inorganic-organic hybrid materials.

Acknowledgements: Karolina Zazakowny are grateful for financial support of National Science Centre, Poland no. 18.18.160.0259.

**NOWY SPOSÓB WYTWARZANIA PRZECIWDROBNOUSTROJOWEJ
WARSTWY TLENKU CYRKONU NA PODŁOŻU METALICZNYM ZA POMOCĄ
SONOCHEMICZNEJ METODY ZOL-ŻEL**

*mgr Damian Chlebda¹, dr inż. Przemysław J. Jodłowski²,
dr inż. Anna Dziejicka², dr inż. Rafał Ważny³, dr inż. Roman J. Jędrzejczyk³*

Wytwarzanie warstwy nośnikowej na podłożach metalicznych o skomplikowanych kształtach jest procesem skomplikowanym, biorąc pod uwagę różne parametry jakie należy zapewnić - warstwa nośnikowa powinna mieć odpowiednią grubość, właściwości powierzchniowe oraz charakteryzować się dobrym przytwierdzeniem do nośnika strukturalnego. Samo nanoszenie fazy aktywnej ma wpływ na późniejsze finalne parametry użytkowe katalizatora. W przemyśle najczęściej stosuje się metodę zol-żel, która umożliwia w łatwy sposób kontrolę grubości i jednorodności nakładanej warstwy, jednak sprawia trudności przy nanoszeniu warstw nośnika na powierzchnie o rozbudowanych kształtach w szczególności na styku elementów konstrukcyjnych lub ich zagięciach.

Przedstawione w pracy badania miały na celu wytworzenie grubej warstwy ZrO₂ na powierzchni szkieletu reaktora z blachy kantalowej. Opracowano metodę wytwarzania warstwy o pożądanym parametrach trwałości, grubości, jednorodności warstwy z wykorzystaniem zmodyfikowanej sonochemicznie metody zol-żel. Reaktory z warstwą nośnika zostały

¹ Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii

² Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

³ Małopolskie Centrum Biotechnologii UJ

scharakteryzowane różnymi metodami fizykochemicznymi. Przygotowane metalowe podłoża mogą stanowić dobrą alternatywę dla warstwowych reaktorów strukturalnych w kilku procesach z dynamicznym przepływem reagentów, na przykład w celu zmniejszenia emisji spalin.

Kolejnym istotnym zastosowaniem przygotowanych warstw ZrO₂ jest ich wykorzystanie, po odpowiedniej immobilizacji materiałem aktywnym, jako antybakteryjnych elementów (np. grodzi w układach o podwyższonym ryzyku kontaminacji mikrobiologicznej). Wykorzystanie antybakteryjnych warstw z immobilizowanymi nanocząstkami bimetalicznymi na podłożach metalicznych może wypełnić niszę rynkową w tym aspekcie i stać się alternatywnym/komplementarnym materiałem do obecnie dostępnych na rynku. Wstępne przesiewowe badania na testowych szczepach mikroorganizmów pokazały, że materiał po odpowiedniej modyfikacji może być stosowany w statycznych i dynamicznych układach jako element biobójczy.

Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju przyznanych na podstawie decyzji LIDER/204/L-6/14/NCBR/2015 oraz częściowo ze środków projektu Inkubator Innowacyjności + finansowanego z unijnych środków POIR, nr: MNISW/2017/DIR70/II+

BIMETALICZNY KATALIZATOR STRUKTURALNY DO DOPALANIA METANU

*mgr Magdalena A. Chrzan¹, mgr Damian K. Chlebda¹,
dr inż. Przemysław J. Jodłowski², mgr inż. Ewelina Salamon¹,
dr hab. Joanna Łojewska¹*

Katalityczne dopalanie lotnych związków organicznych (LZO) wciąż jest istotnym zagadnieniem głównie w kwestii ochrony środowiska. Stanowi to znaczne wyzwanie dla dziedziny jaką jest kataliza, zarówno na poziomie mikroskali, w której rozumiane jest projektowanie katalizatorów, jak i w skali makro odnoszącej się do katalitycznych reaktorów. Aktywność wykorzystywanego katalizatora wpływa na całkowitą wydajność reakcji, a jest determinowana przez czynniki takie jak: centra aktywne na powierzchni katalizatora, ich struktura, rodzaj czy właściwości powierzchniowe. Dlatego zbadanie struktury molekularnej katalizatora jest tak ważnym warunkiem wstępnym dla badań mających na celu zrozumienie mechanizmów katalitycznych badanej reakcji.

W ostatnich latach interesującą grupę stanowią strukturalne katalizatory bimetaliczne, w których zastosowane metale wpływają na wzajemne właściwości prowadząc do m. in. modyfikacji struktury czy właściwości elektronowych. Wśród tego typu połączeń szczególnie wyróżnia się układ kobalt-pallad, którego aktywność i selektywność dla kilku reakcji, z katalitycznym dopalaniem metanu na czele, wyprzedza katalizatory mono-

¹ Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii

² Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii I Technologii Chemicznej

metaliczne.

Otrzymane wyniki badań mających na celu opracowanie optymalnego katalizatora bimetalicznego kobalt-pallad na nośniku z tlenku glinu pozwoliły na jego kompleksową charakterystykę metodami in situ i operando, w reakcji dopalania metanu. Badania wykazały, że dodatek tlenku kobaltu do katalizatora palladowego, prowadzi do znacznego zwiększenia zarówno aktywności katalitycznej, jak i stabilności układu CoPd w warunkach procesowych. Układ ten stanowi więc istotną alternatywę dla dotychczasowo wykorzystywanych przemysłowo katalizatorów palladowych.

KATALIZATOR NA BAZIE TLENKU CHROMU DO DOPALANIA METANU

*mgr Damian Chlebda¹, dr inż. Roman J. Jędrzejczyk², dr inż. Anna Dziedzicka³,
dr inż. Przemysław J. Jodłowski³*

Dopalenie metanu i innych lotnych związków organicznych (LZO) stanowi obecnie istotny problem, biorąc pod uwagę znacznie wyższy udział produkcji biogazu oraz poziom eksploatacji paliw kopalnianych, zarówno w skali krajowej, jak i światowej. Uwalnianie metanu do atmosfery powinno zostać znacznie ograniczone, głównie ze względu na to, iż jest on jednym z gazów cieplarnianych. Zastosowanie filtrów, bądź konwerterów całkowitego dopalania metanu w układach produkcyjnych i wentylacyjnych jest głównym sposobem redukcji emisji tych gazów. Zastosowanie nowych układów katalitycznych musi spełniać (spośród wielu) dwa podstawowe wymagania stawiane konwerterom katalitycznym- prowadzić do zmniejszenia temperatury procesu oraz zapewnienia wysokich paramentów transportu masy i ciepła przy jednocześnie niskich wartościach spadku ciśnienia. Katalityczne dopalanie metanu i lotnych związków organicznych opiera się obecnie głównie na wykorzystaniu metali szlachetnych, w tym palladu jako praktycznie jedynego katalizatora dopalania metanu używanego przemysłowo w dużej skali. Obecne trendy rynkowe (przede wszystkim cena palladu, koszty odzysku, itd.), jak i dbałość o względy ekologiczne zmuszają do poszukiwań nowych materiałów aktywnych katalitycznie, które mogą być

¹ Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii

² Małopolskie Centrum Biotechnologii UJ

³ Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

wykorzystane w przemyśle.

Przedstawione wyniki badań opisują nowy układ katalityczny zawierający nanocząstki tlenku chromu. Sposób jego syntezy oparty jest na synergicznym połączeniu metod wykorzystywanych w syntezie katalizatorów, a mianowicie wytwarzania nanocząstek fazy aktywnej z użyciem fal ultradźwiękowych, kolejno nanoszenia z zawiesiny za pomocą fal ultradźwiękowych oraz ich późniejszej immobilizacji na nośniku. Zaproponowane etapy syntezy prowadzą do wytworzenia katalizatora charakteryzującego się znacznie niższymi kosztami jego wytwarzania, a także znacznie wyższą aktywnością w reakcji testowej – dopalania metanu w niskim stężeniu gazów wylotowych.

Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju przyznanych na podstawie decyzji LIDER/204/L-6/14/NCBR/2015 oraz Projektu Inkubator + finansowanego ze środków POIR MNISW/2017/DIR/73/II+

SILICON CARBIDE DERIVED FROM DPF FILTERS AS AN ALTERNATIVE AGGREGATE

dr inż. Maria Rajska¹, inż. Jacek Kurzydłowski¹

Used particulate filters (DPF) can be a new kind of recyclable ceramic waste. According to data published by Samar IBRM, in Poland in 2015 there were 6090.000 registered vehicles with a diesel engine. They representing 28.37% of the car market, with 2513 thousand vehicles, accounting for 73.31% of the total fleet of vehicles. This ratio is even higher and stands at 92.03% at 101 thousand vehicles. Car producers are required to equip their vehicles with exhaust and particulate exhaust systems.

Waste from DPF filters can be treated as an alternative aggregate with interesting properties. Due to the high content of the main constituent, concrete and mortar containing this type of aggregates can be used for repairs of furnaces or furnaces provided the proper mortar is used.

Disposal of ceramic waste is a difficult issue, and waste arising from the dismantling of DPF filters is classified as hazardous waste due to the presence of ceramic fibers which are recognized, in EU legislation, as a carcinogen, and contain organic residues and ash containing heavy metal oxides retained and collected throughout engine running time. Due to the high usefulness of silicon carbide as an abrasive and the high energy absorption of the process of its production, it seems reasonable to re-use "upcycling" or inactivation by bonding it in concrete to minimize the release

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

of harmful heavy metals into the environment. Concrete with 30% SiC showed good mechanical performance and can be attributed to the C20/25 concrete grade for construction, single-family construction as construction material for foundations, ceilings, floors and stairs.

Acknowledgments: M. Rajska acknowledges the Statutory Project for Science (Grant for Young Scientists no.15.11.160.763) 2015 at the Department of Inorganic Chemistry. Faculty of Materials Science and Ceramics AGH UST.

ZASTOSOWANIE NOWEJ BŁONKOWEJ ELEKTRODY TELLUROWEJ DO OZNACZENIA MIEDZI TECHNIKĄ ANODOWEJ WOLTAMPEROMETRII STRIPINGOWEJ

*mgr inż. Julia Śliwa¹, prof. dr hab. Andrzej Bobrowski¹,
dr hab. Agnieszka Królicka¹, dr Jerzy Zarębski¹*

Techniki woltamperometryczne od wielu lat są z powodzeniem stosowane do oznaczania śladowych zawartości metali ciężkich w próbkach środowiskowych i przemysłowych. Najważniejszym elementem woltamperometrycznego układu pomiarowego jest elektroda robocza, wykonana z węgla lub z metalu. Czułość sygnałów rejestrowanych za pomocą elektrod niemodyfikowanych jest często niewystarczająca do rejestracji sygnałów pochodzących od śladowych ilości analitu, dlatego też konieczne jest modyfikowanie ich powierzchni cienką warstwą metali. W pracy zastosowano elektrodę z węgla szklanego modyfikowaną powierzchniowo warstwą telluru. Oznaczenie wykonano metodą anodowej woltamperometrii stripingowej (ASV) z jednoczesnym nagromadzeniem zarówno warstwy modyfikatora (telluru) jak również analitu (miedzi) na powierzchni elektrody roboczej.

Badania obejmowały ustalenie wpływu składu analizowanych roztworów, czyli stężenia kwasu solnego i telluru, oraz parametrów instrumentalnych, takich jak technika rejestracji krzywych stripingowych, potencjał i czas

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

nagromadzenia warstwy telluru, na przebieg sygnałów prądowo-napięciowych miedzi. W trakcie badań stwierdzono, że osadzanie telluru powinno być prowadzone przy potencjale $-0,5$ V, a najlepiej ukształtowane krzywe woltamperometryczne uzyskuje się stosując technikę fali prostokątnej. Optymalny czas nagromadzania analitu oraz stężenie błonkotwórczego telluru zależały od stężenia miedzi w analizowanym roztworze. Dla stężeń miedzi od 25 do 125 μgL^{-1} należało stosować roztwory telluru o stężeniu 150 μgL^{-1} krótki, 60 sekundowy, czas nagromadzania. Natomiast dla stężeń miedzi niższych niż 25 μgL^{-1} bardziej korzystne było obniżenie stężenia telluru do 50 μgL^{-1} i jednocześnie wydłużenie czasu akumulacji do 300 sekund.

Opracowana procedura umożliwiła oznaczenie śladowych ilości miedzi ($\text{LOD} = 0,18$ μgL^{-1}) w próbkach wód mineralnych, bez konieczności stosowania toksycznej rtęci jako materiału elektrodowego.

Praca finansowana przez Narodowe Centrum Nauki (projekt 2014/15/B/ST8/03921).

CATALYST FOR LOW-TEMPERATURE N₂O DECOMPOSITION

dr inż. Maria Rajska¹

The formation of N₂O in the nitric acid plant(V) contributes to reducing the efficiency of the HNO₃ synthesis process and contributes to the growth of the greenhouse effect. The resulting catalyst will be a cheaper alternative to existing metal catalysts using noble metals as additional N₂O reducers.

The N₂O emission reduction can take place in two different temperature ranges, which translates into the use of various catalysts adapted to the reaction environment.

For higher temperatures, is between 800 and 900°C, systems with high thermal stability, including spinels, perovskite and majenite, are used to reduce N₂O. At lower temperatures, ie between 250 and 450°C, large-area oxide catalysts with a small addition of precious metals, transition metal oxides or zeolites are used. In the first case, the catalyst is located just below the catalytic array made of platinum with a rhodium additive. In the second case, the catalyst is located at the outlet of the system, so that residual gases pass through it. Currently catalysts are mostly used in the high temperature group.

The mixed cobalt oxide with cerium and potassium oxide catalysts exhibit very good catalytic properties in the low-temperature reduction of nitrous oxide. They operate at temperatures, is around 250-350°C, which makes

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

them an alternative to industrial catalysts containing noble metals.

Acknowledgments: M. Rajska acknowledges the Statutory Project for Science (Grant for Young Scientists no.15.11.160.763) 2015 at the Department of Inorganic Chemistry. Faculty of Materials Science and Ceramics AGH UST.

OPASKOWY CZUJNIK ZMIAN PRZEKROJU POPRZECZNEGO DO MONITORINGU CIĄGŁEGO OBMURZA SZYBÓW GÓRNICZYCH

mgr inż. Mateusz Jabłoński¹, dr hab. inż. prof. AGH Wojciech Jaśkowski¹

Szyb górniczy jest jedną z najważniejszych budowli w podziemnych zakładach górniczych. Umożliwia wentylację i transport ludzi oraz urobku, a w sytuacjach zagrożenia – sprawne przeprowadzenie akcji ratunkowej. Jednocześnie, pomimo ustanowienia specjalnej ochrony w postaci filara ochronnego zakazującego działalności wydobywczej w jego bezpośrednim otoczeniu, jest narażony na szereg wpływów postaci naturalnej i antropogenicznej. Szczególnie wrażliwe odcinki szybu prowadzone w niepewnych utworach skalnych lub poddawane przebudowie podlegają dodatkowym pomiarom kontrolnym. Jedną z najbardziej ekonomicznych i bezpiecznych form wykonywania takich pomiarów jest monitoring ciągły odkształceń.

Do badania przemieszczeń względnych i zmian średnicy rury szybowej wykorzystywane są czujniki zmian długości instalowane w świetle szybu w poprzek. Efektywnie wykazują trend zjawiska, jednak uniemożliwiają ruch klatki szybowej i są narażone na zniszczenie przez spadające do szubu elementy obudowy czy narzędzia. Zespół autorski w posterze prezentuje rozwiązanie polegające na poprowadzeniu zestawu czujników zmian długości po obwodzie szybu. Taka konfiguracja nie blokuje pełnej ruchowości w szybie oraz jest łatwiejsza do ochrony przed uszkodzeniami

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

mechanicznymi.

Rozwiązanie ma potencjał wdrożeniowy w monitoringu ciągłym szybów górniczych prowadzonych w słabych utworach skalnych oraz usytuowanych na terenach tektonicznych. Innym obszarem zastosowania są wydłużone obiekty budowlane podlegające podobnym wpływom, np. obudowy tuneli metra, drogowe czy szybkiej kolei.

KONTROLOWANIE ZMIAN STRUKTURALNYCH PŁYNÓW PODCZAS PRZEPIYU

*mgr inż. Kacper Kaczmarczyk¹, dr inż. Joanna Kruk¹,
dr hab. Paweł Ptaszek¹, dr hab. Anna Ptaszek¹, mgr inż. Michał Pancerz¹,
mgr inż. Małgorzata Golonka¹*

Transport płynów z wykorzystaniem rurociągów prowadzony jest w wielu gałęziach przemysłu (np. chemiczny, kosmetyczny, spożywczy). Transportowane płyny najczęściej są układami wieloskładnikowymi, a co więcej wielofazowymi. W związku z tym podczas przepływu mogą zachodzić zmiany w strukturze płynu takie jak sedymentacja, rozwarstwienie, czy też nadmierne upłynnienie, które są niekorzystne z technologicznego punktu widzenia. Ze względu na złożony charakter reologiczny płynów rzeczywistych dostosowanie warunków przepływu podczas procesu produkcyjnego stanowi kluczową kwestię w zapewnieniu odpowiednich parametrów produktu końcowego. Zagadnienie to jest szczególnie istotne w przypadku produkcji różnych asortymentów na jednej linii technologicznej, transportowaniu produktu ze zbiornika głównego i dozowaniu do opakowań jednostkowych, a także produkcji z wykorzystaniem surowców o zmiennym się składzie (np. żywność).

Zaproponowane rozwiązanie, umożliwiające śledzenie zmian strukturalnych w trakcie transportu płynu w rurociągach, łączy w sobie dwie

¹ Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Technologii Żywności, Katedra Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego

komplementarne metody: pomiar spadku ciśnienia podczas przepływu i analizę echa impulsu ultradźwiękowego opartą na efekcie Dopplera. Wykorzystując wartości spadku ciśnienia i objętościowego natężenia przepływu możliwe jest wyznaczenie lepkości chwilowej płynu w danych warunkach przepływu. Analiza tych wartości przy różnych prędkościach obrotowych pompy pozwala stwierdzić w jaki sposób zachowuje się płyn i wyznaczyć bezpieczną granicę wydajności instalacji, przy której zachowa on założone parametry strukturalne. Wykorzystanie efektu Dopplera pozwala na nieinwazyjne wyznaczenie profilu prędkości płynu podczas przepływu, określenie jego charakteru reologicznego, a także na wykrycie obszarów wzdłuż rurociągu, w których mogą występować zaburzenia przepływu.

OKREŚLENIE CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA ZABIEGÓW W PRODUKCJI ROLNICZEJ

mgr inż. Adrian Knapczyk¹, dr hab. inż. Sławomir Francik¹

Rolnictwo stanowi jeden z trzech głównych filarów gospodarki. Współczesne rolnictwo można podzielić wg różnych kategorii w zależności od przyjętych kryteriów. W niniejszej pracy wybrano podział w ujęciu ekonomicznym na system produkcji roślinnej, system produkcji zwierzęcej. Zakwalifikowanie gospodarstwa rolniczego do danego systemu zależy od udziału danej produkcji w ogólnej strukturze gospodarstwa. Bardzo często występują gospodarstwa mieszane, w których niemożliwe jest wyodrębnienie jednego systemu produkcji. W produkcji roślinnej wybrano następujące grupy upraw: rośliny polowe, zioła, rośliny energetyczne, sadownicze oraz uprawy pod osłonami. Wszystkie pięć grup roślin mają bardzo wiele podobieństw, lecz różnią się zasadniczo w sposobie uprawy, a przez to w planowaniu produkcji. W pracy analizie poddano analizie rośliny polowe, zioła oraz rośliny energetyczne.

Celem pracy było określenie czynników wpływających na kolejność wykonywania zabiegów agrotechnicznych.

Efektem niniejszej pracy była klasyfikacja wyodrębnionych czynników wg ich ważności oraz próba zestawienia w określone grupy. Wszystko to pozwoli w przyszłości na zaprojektowanie algorytmu wspomagającego proces

¹ Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

szeregowania w produkcji rolniczej.