II Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Biznesowa

FiltraTEC expo

15 maja 2025

W KIERUNKU GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

MOŻLIWOŚCI I WYZWANIA

MATERIAŁY KONFERENCYJNE

Łukasiewicz
Instytut Technologii Eksploatacji

KOMITET NAUKOWY

Prof. dr hab. Małgorzata Wojtkowska – Politechnika Warszawska

Prof. dr hab. inż. Beata Kowalska – Politechnika Lubelska

Prof. dr hab. inż. Krystyna Prochaska – Politechnika Poznańska

Prof. dr hab. inż. Bartosz Kaźmierczak – Politechnika Wrocławska

Prof. dr hab. inż. Jerzy Smolik – Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Dr hab. inż. Gabriela Kamińska – Politechnika Śląska

Dr hab. inż. Mariola Rajca, prof. PŚ – Politechnika Śląska

Dr hab. inż. Zbigniew Mikołajczyk, prof. PŁ – Politechnika Łódzka

Dr hab. inż. Jarosław Molenda – Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Dr hab. inż. Maciej Szwast, prof. PW – Politechnika Warszawska

Dr hab. inż. Renata Żyłła – Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny

Dr inż. Anna Kowalik-Klimczak – Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

KOMITET ORGANIZACYJNY

Anna Kowalik-Klimczak (przewodnicząca)
Wioletta Barszcz
Katarzyna Stawarz
Remigiusz Mazur
Mateusz Stachura
Anna Skrok

Wydawnictwo Naukowe
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
e-mail: organizacja-promocja@itee.lukasieiwicz.gov.pl
tel. (+48) 48 364-42-41 wew. 311, 265

Łukasiewicz
Instytut Technologii Eksploatacji

Sieć Badawcza Łukasiewicz
Instytut Technologii Eksploatacji
ul. Pułaskiego 6/10, 26-600 Radom
(+48) 48 364-42-41
instytut@itee.lukasiewicz.gov.pl
www.itee.lukasiewicz.gov.pl

Szanowni Państwo,

w ostatnim czasie obserwujemy dynamiczny wzrost zapotrzebowania na rozwiązania umożliwiające efektywne oczyszczanie, odzysk i ponowne wykorzystanie zasobów. Jest to szczególnie istotne w branżach przemysłowych, które charakteryzują się wysokim zużyciem wody, a znaczna jej część staje się ściekami zwierającymi surowce (w postaci m.in. wody, biogenów, metali ciężkich, soli), które po obróbce odpowiednimi metodami mogą być ponownie wykorzystane.

Zamykanie obiegów wodnych, odzysk substancji chemicznych, usuwanie mikrocząstek i zanieczyszczeń niebezpiecznych – to wyzwania, z którymi mierzymy się niemal codziennie. Mogą nam w tym pomóc procesy oczyszczania – w szczególności filtracja membranowa, ale także flotacja i sorpcja, które stały się integralną częścią nowoczesnych instalacji umożliwiających zagospodarowanie ścieków zgodnie z modelem Gospodarki o Obiegu Zamkniętym. Nowoczesne rozwiązania technologiczne realizowane w obszarze zrównoważonego zarządzania przemysłowymi zasobami wodnymi wspierają liczne badania, które dotyczą opracowywania materiałów filtracyjnych i sorpcyjnych o poprawionych właściwościach funkcjonalnych przeznaczone do wysokoefektywnego oczyszczania wód i ścieków. Niezwykle istotny jest również rozwój metod przetwarzania odpadów generowanych podczas procesów oczyszczania ścieków w produkty użytkowe oraz monitoring środowiska.

Serdecznie dziękujemy za duże zainteresowanie II Ogólnopolską Konferencją „W kierunku Gospodarki o Obiegu Zamkniętym – Możliwości i Wyzwania" i mamy nadzieję, że niniejsze wydarzenie będzie stanowić doskonałą okazję do cyklicznych spotkań nauki z biznesem, które umożliwią wymianę doświadczeń oraz dyskusję w obszarach związanych ze zrównoważoną gospodarką wodno-ściekową i efektywnymi metodami zagospodarowania biomasy odpadowej.

Anna Kowalik-Klimczak
Dyrektor Centrum Biogospodarki i Ekoinnowacji
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

PROGRAM KONFERENCJI

9:30 – 10:30	Rejestracja gości
10:30 – 10:40	**Otwarcie konferencji i przywitanie zaproszonych gości** Dr Adam Duszyk, Dyrektor Łukasiewicz – Instytutu Technologii Eksploatacji
10:40 – 11:00	**Potencjał badawczo-rozwojowy Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Technologii Eksploatacji** Dr hab. inż. Jarosław Molenda, Zastępca Dyrektora Instytutu ds. badawczych, Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
PANEL I – Nowoczesne technologie filtracyjne **Moderator: Prof. Jerzy Smolik**	
11:00 – 11:20	**Filtracja membranowa – odpowiedź na potrzeby przemysłu** Dr inż. hab. Maciej Szwast, prof. PW, Politechnika Warszawska
11:20 – 11:40	**Optymalizacja i zamykanie obiegów wodnych – innowacyjne rozwiązania w zakresie filtracji i flotacji** Mgr inż. Paweł Jamski, PFTechnology Sp. z o.o.
11:40 – 12:00	**Możliwości wykorzystania technologii rozpylania magnetronowego do modyfikacji właściwości kompozytowych materiałów filtracyjnych** Dr inż. Joanna Kacprzyńska-Gołacka, Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
12:00 – 12:30	Przerwa kawowa
PANEL II – Innowacyjne materiały separacyjne **Moderator: Dr hab. inż. Jarosław Molenda**	
12:30 – 12:50	**Nano-kompozytowe membrany polimerowe do usuwania niebezpiecznych substancji ze ścieków** Dr inż. hab. Renata Żyłła, Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny
12:50 – 13:10	**Zastosowanie zeolitów z popiołów lotnych oraz biowęgli do usuwania jonów fosforanowych z roztworów wodnych** Dr inż. Justyna Szerement, Politechnika Lubelska
13:10 – 13:30	**Biowęglowy kompozyt sorpcyjny jako element wspomagający procesy separowania metali z wód** Mgr inż. Wioletta Barszcz, Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
13:30 – 13:50	**Ekologiczne sorbenty do oleju i paliw ciekłych FibriSorb** Mgr inż. Rafał Brzyski, FibriTech Sp. z o.o.

13:50 – 14:50 **PANEL III – Sesja posterowa**

Konkurs na najlepszą prezentację posterową

Nowoczesne technologie recyklingu chemicznego odpadowych tworzyw sztucznych
Katarzyna Zielińska, Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia"

Od glikolizy do membrany: chemiczna modyfikacja PET i analiza struktury nowych materiałów
Paulina Rajewska, Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Zintegrowana ocena skuteczności klasycznych koagulantów żelazowych i glinowych oraz ich wpływu mikrobiologicznego w oczyszczaniu cieczy pofermentacyjnej
Sebastian Gosławski, Politechnika Łódzka

Techniki membranowe jako narzędzie zrównoważonego zarządzania wodą w przemyśle
Jolanta Janiszewska, Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Zastosowanie procesu biowęgiel, żelazo metaliczne Fe^0/H_2O_2 do usuwania błękitu metylenowego z fazy wodnej
Ewa Wronka, Politechnika Warszawska

Zastosowanie metod spektroskopowych do oceny możliwości sorpcyjnych biowęgli otrzymanych z fusów kawy
Bernadetta Kaźmierczak, Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Membrany modyfikowane nanocząstkami – nowa generacja oczyszczania ścieków
Martyna Gloc, Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny

Termiczna konwersja zużytych membran polimerowych w materiały węglowe dedykowane do wytwarzania smarów plastycznych
Maciej Życki, Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Funkcjonalizacja nanocząstek węglowych do zastosowań w oczyszczaniu ścieków
Michał Głowacki, Łukasiewicz – Warszawski Instytut Technologiczny

Jakość wody w przydomowym oczku
Milena Czaplicka, Politechnika Warszawska

Naturalne sorbenty w technologiach oczyszczania ścieków i uzdatniania wód
Karolina Kulczycka, Politechnika Warszawska

14:50 – 15:00 **Wręczenie nagrody laureatowi konkursu na najlepszą prezentację posterową i oficjalne zakończenie konferencji**

Referaty

Filtracja membranowa – odpowiedź na potrzeby przemysłu

Maciej Szwast, Daniel Polak
Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej, Politechnika Warszawska, Polymemtech sp. z o.o.
maciej.szwast@pw.edu.pl

Wobec rosnących wyzwań środowiskowych, zaostrzających się regulacji prawnych oraz potrzeby racjonalnego gospodarowania zasobami, technologie membranowe stanowią coraz bardziej istotne narzędzie w nowoczesnym przemyśle. Ich zastosowanie obejmuje szeroki zakres sektorów – od uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, przez przemysł chemiczny i spożywczy, aż po zaawansowane procesy rozdzielcze w farmacji. Kluczowymi atutami filtracji membranowej są wysoka selektywność, możliwość prowadzenia procesów bez użycia reagentów chemicznych oraz kompaktowość instalacji.

Obecnie obserwuje się intensywny rozwój nowych generacji materiałów membranowych, które mają sprostać coraz bardziej złożonym wymaganiom technologicznym i środowiskowym. Szczególne zainteresowanie budzą membrany typu mixed matrix, łączące zalety polimerów z właściwościami nanostruktur nieorganicznych lub hybrydowych – takich jak metal-organic frameworks (MOF), covalent organic frameworks (COF), czy inne struktury kompozytowe. Dzięki synergii tych komponentów możliwe jest znaczące zwiększenie selektywności, odporności chemicznej i mechanicznej.

Zastosowanie membran typu mixed matrix z hybrydowymi nanostrukturami otwiera nowe perspektywy dla przemysłu, szczególnie w kontekście usuwania mikrozanieczyszczeń, odzysku surowców oraz realizacji koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym. Wystąpienie przedstawia aktualne kierunki rozwoju technologii membranowych w przemyśle oraz prognozuje, że przyszłość filtracji leży w inteligentnych, funkcjonalizowanych materiałach, zdolnych do adaptacji do zmieniających się warunków procesowych i środowiskowych.

Podziękowanie: Prace badawcze były finansowane przez Politechnikę Warszawską w ramach programu IDUB, POSTDOC PW, CPR-IDUB/166/Z01/2023)

Optymalizacja i zamykanie obiegów wodnych – innowacyjne rozwiązania w zakresie filtracji i flotacji

Paweł Jamski
PFTechnology sp. z o.o.
office@pftechnology.eu

W dobie transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym szczególnego znaczenia nabiera optymalizacja procesów zarządzania wodą w przemyśle. W swoim wystąpieniu przedstawiamy nowoczesne rozwiązania w zakresie filtracji i flotacji oferowane przez firmę PFTechnology sp. z o.o. – polskiego producenta m.in. urządzeń filtracyjnych i instalacji do podczyszczania wody technologicznej.

Jednym z kluczowych obszarów prezentacji są filtry samoczyszczące zaprojektowane z myślą o zapewnieniu wysokiej skuteczności filtracji przy minimalnych wymaganiach serwisowych. Urządzenia te charakteryzują się bezawaryjną pracą, zaawansowanym systemem automatycznego czyszczenia wykorzystującym opatentowane rozwiązanie – dysze czyszczące oraz wysoką odpornością mechaniczną. Dzięki selektywności filtracji rozpoczynającej się już od 25 µm, oraz wydajności dochodzącej do 4000 m³/h, filtry znajdują zastosowanie w elektrowniach, hydroelektrowniach, elektrociepłowniach, oczyszczalniach ścieków, przemyśle spożywczym, rafineryjnym i szerokiej gamie innych branży. Innowacyjnym rozwiązaniem stosowanym w omawianych filtrach jest powłoka antybiofoulingowa ograniczająca rozwój organizmów wodnych (m.in. małży racicznicy zmiennej) na powierzchni wkładu filtracyjnego. Technologia ta znacząco wydłuża żywotność urządzeń i poprawia efektywność filtracji.

Zdj. 1,2,3. Kolejno od lewej – filtry samoczyszczące oraz wkłady filtracyjne z i bez powłoki antybiofoulingowej po roku eksploatacji w elektrowni wodnej.

PFTechnology posiada szeroki zakres produkowanych urządzeń spośród, których szczególnie istotne dla omawianego zagadnienia są instalacje flotacyjne podczyszczania wody procesowej. Projektujemy i produkujemy zarówno wysokoefektywne, konwencjonalne instalacje DAF (Dissolved Air Flotation), ale również dzięki współpracy z amerykańską firmą CWT oferujemy innowacyjny system flotacji GEM (Gas Energy Mixing) umożliwiający skuteczne napowietrzanie całej objętości oczyszczanych ścieków. Jego zastosowanie pozwala na uzyskanie bardzo wysokiego stopnia redukcji zanieczyszczeń – nawet do 99% w przypadku zawiesin (TSS) i substancji oleistych (FOG). Technologia ta skutecznie sprawdza się w oczyszczaniu silnie zanieczyszczonych ścieków, gdzie TSS sięga nawet 30 000 mg/l. Zastosowanie systemu GEM wskazuje na liczne korzyści, takie jak: oszczędność miejsca, mniejsze zużycie środków chemicznych, ograniczenie ilości osadów, możliwość elastycznego skalowania instalacji oraz modernizacji istniejących już instalacji flotacyjnych bez konieczności wymiany zbiornika, tzw. retrofit.

Możliwości wykorzystania technologii rozpylania magnetronowego do modyfikacji właściwości polimerowych materiałów filtracyjnych

Joanna Kacprzyńska-Gołacka
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
joanna.kacprzynska-golacka@itee.lukasiewicz.gov.pl

Ze względu na swoje niekwestionowane zalety takie jak prostota oraz elastyczność aplikacyjna, polimerowe materiały filtracyjne wykorzystane do procesów filtracji odgrywają coraz istotniejszą rolę w wielu obszarach przemysłu. Poważnym ograniczeniem wykorzystywania polimerów w tych aplikacjach jest zjawisko biofoulingu, polegającego na zasiedlaniu powierzchni, przez mikroorganizmy, w wyniku którego następuje spadek wydajności filtracji w czasie. Zjawisko to wprowadza konieczność oczyszczania lub częstszej wymiany elementów filtrujących prowadząc do obniżenia efektywności oraz podniesienia kosztów filtracji.

Jednym z efektywnych rozwiązań problemu zjawiska biofoulingu w procesach filtracji jest nadanie elementom filtracyjnym właściwości bakteriobóczych. Jest to możliwe porzez wytwarzanie na powierzchni cienkich powłok funkcjonalnych z wykorzystaniem technik inżynierii powierzchni.

Duży potencjał magnetronowych technologii inżynierii powierzchni w zakresie kształtowania składu chemicznego powłok, ich mikrostruktury, grubości, jak również duża różnorodność metod ich osadzania pozwala na wytwarzanie powłok o różnych właściwościach funkcjonalnych. W pracy przedstawiono analizę możliwości kształtowania właściwości polimerowych materiałów filtracyjnych przy wykorzystaniu nowoczesnych technik inżynierii powierzchni.

Podziękowanie: Prezentowane wyniki zostały uzyskane w ramach prac zrealizowanych w dwóch projektach badawczych finansowanych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (TECHMATSTRATEG-III/0005/2019-00 oraz LIDER/31/0092/L-7/15/NCBR/2016)

Nano-kompozytowe membrany polimerowe do usuwania niebezpiecznych substancji ze ścieków

Renata Żyłła, Jerzy Chruściel, Zdzisława Mrozińska, Martyna Gloc, Marcin Kudzin
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny
renata.zylla@lit.lukasiewicz.gov.pl

Procesy membranowe należą do najskuteczniejszych metod separacji substancji i znajdują szerokie zastosowanie w różnych sektorach gospodarki – od przemysłu spożywczego i farmaceutycznego po oczyszczanie ścieków i uzdatnianie wody. Jednym z kluczowych kierunków rozwoju technologii membranowych jest zastosowanie nanokomponentów w procesie wytwarzania membran stosowanych w nanofiltracji i ultrafiltracji. Badania wykazały, że dodatek nanomateriałów może poprawiać właściwości membran, w tym trwałość oraz stabilność eksploatacyjną, ograniczyć zjawisko foulingu a także nadać właściwości antybakteryjne.

Naukowcy Sieci Badawczej Łukasiewicz – Łódzkiego Instytutu Technologicznego prowadzą badania nad innowacyjnymi membranami kompozytowymi, opartymi na materiałach tlenkowych i biodegradowalnych nanowłóknach, takich jak fosforan celulozy. W badaniach wykorzystano: komercyjne membrany ultrafiltracyjne oraz membrany wytworzone w laboratorium metodą inwersji faz, które modyfikowano przez nałożenie warstwy poliamidu zawierającej nanokomponenty metodą polimeryzacji międzyfazowej. Otrzymane wyniki dowodzą, że wprowadzenie nanokomponentów do struktury polimerowej membran mogą znacząco zwiększyć ich efektywność i stanowi obiecujący kierunek rozwoju technologii oczyszczania wody i ścieków. Jednakże optymalizacja procesu wytwarzania produktu w postaci gotowej stabilnej membrany wymaga jeszcze wielu badań i testów.

Podziękowanie: Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu Opus 22, którego liderem jest Politechnika Poznańska, drugim konsorcjantem Politechnika Łódzka (Numer grantu UMO-2021/43/B/ST8/01854).

Zastosowanie zeolitów z popiołów lotnych oraz biowęgla do usuwania jonów fosforanowych z roztworów wodnych

Justyna Szerement[1], Jakub Mokrzycki[2]
[1]*Laboratorium Analiz Środowiskowych, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki,*
[2]*Wydział Energetyki i Paliw, AGH Kraków*
j.szerement@pollub.pl

Fosfor (P) jest niezbędnym pierwiastkiem dla prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin i jest wprowadzany do gleby z nawozami. Niestety wraz z intensyfikacją rolnictwa wzrosło stosowanie nawozów fosforanowych, co z kolei wpływa na zwiększenie wymywania fosforu z gleby do wód, prowadząc do eutrofizacji zbiorników wodnych. Eutrofizacja zbiorników wodnych to poważny, globalny problem środowiskowy, prowadzący do zmniejszenia tlenu w wodzie i degradacji ekosystemów.

Według wielu raportów globalne rezerwy fosforanów wyczerpią się w ciągu najbliższych 50 do 100 lat. Biorąc pod uwagę niedobór zasobów P w przyszłości, opracowanie metod odzyskiwania fosforu, np. z wód, staje się konieczne w kontekście zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska.

Adsorpcja jest uznawana za jedną z najbardziej efektywnych metod usuwania różnych zanieczyszczeń z wody i ścieków. Do głównych zalet adsorpcji należą: relatywnie niskie koszty przeprowadzania procesu, małe zużycie energii, selektywność, czas, stosowanie stosunkowo tanich i łatwo dostępnych materiałów oraz możliwość ich regeneracji. Wśród materiałów stosowanych jako adsorbenty jonów fosforanowych są m.in. zeolity wytwarzane z popiołów lotnych (materiałów odpadowych z elektrowni) oraz biowęgle, powstające w procesie pirolizy materiałów odpadowych różnego pochodzenia (resztki żniwne, skorupki, zrębka drzewna, otręby i wiele innych). W celu zwiększenia pojemności sorpcyjnej obu materiałów stosowane są modyfikacje chemiczne.

Jednym z czynników determinującym efektywność procesu adsorpcji jonów fosforanowych jest pH roztworu, z którym związane są zmiany właściwości powierzchniowych adsorbentu, jak również forma w jakiej występują jony fosforanowe. Kolejnymi istotnymi czynnikami są również rodzaj i ilość powierzchniowych grup funkcyjnych, wartość punktu ładunku zerowego (pH_{pzc}), temperatura, stężenie adsorbowanych jonów, jak również ilość użytego adsorbentu.

Literatura:

J. Mokrzycki, M. Fedyna, M. Marzec R. Panek, J. Szerement, L. Marcińska-Mazur, R. Jarosz, T. Bajda, W. Franus, M. Mierzwa-Hersztek, J. Water Process. Eng. 2022, 50:103299

J. Mokrzycki, M. Fedyma, M. Marzec, J. Szerement, R. Panek, A. Klimek, T. Bajda, M. Mierzwa-Hersztek, J. Environ. Chem. Eng. 2022 10(6):108567

I.W. Almanassra, M. Gordon, V. Kochkodan, M.A. Atieh, T. Al-Ansari, Chem. Eng. J. 2021 409:128211

Biowęglowy kompozyt sorpcyjny jako element wspomagający procesy separowania metali z wód

Wioletta Barszcz[1,2], Monika Łożyńska[1], Maciej Życki[1,3], Paweł Radulski[1], Anna Kowalik – Klimczak[1], Małgorzata Wojtkowska[2]
[1]*Sieć Badawcza Łukasiewicz– Instytut Technologii Eksploatacji*
[2]*Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska*
[3]*Instytut Włókiennictwa, Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Politechnika Łódzka*

Zasoby wody na świecie, zarówno słodkiej, jak i słonej, z roku na rok maleją. W Polsce zasoby te są najniższe w Europie, a co więcej, są bardzo zróżnicowane, zarówno w czasie, jak i przestrzeni. Obecne badania nad ograniczeniem wykorzystania naturalnych zasobów wodnych i odzyskiwaniem wody ze ścieków koncentrują się m.in. na wykorzystaniu biowęgla jako sorbentu. Prowadzone prace badawcze obejmują głównie wykorzystanie biowęgla do usuwania zanieczyszczeń z wody i gleby, tj. kationowych barwników aromatycznych, sztucznych nawozów, antybiotyków i leków, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych lub lotnych związków organicznych, zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, takich jak metale ciężkie, które nie ulegają biodegradacji. Ze względu na możliwość wytwarzania związków toksycznych podczas procesu pirolizy, nie do końca poznany mechanizm wiązania zanieczyszczeń przez biowęgiel oraz wielkość cząstek wpływających na biodostępność biowęgla i jego stabilność podczas oczyszczania ścieków lub osadów w warunkach rzeczywistych, nie jest on szeroko stosowany w przemyśle.

Celem badań było wyeliminowanie jak największej liczby wad biowęgla oraz określenie możliwości wykorzystania alginianu sodu jako stabilizatora. Biomasa lignocelulozowa z upraw sadowniczych (odpady jabłkowe) została wykorzystana do wytworzenia kompozytu sorpcyjnego wspomagającego procesy filtracji. Efektywność sorpcji tak przygotowanego kompozytu określono względem jonów miedzi i cynku metodą dynamiczną. Efektywność usuwania jonów cynku i miedzi zależała od czasu kontaktu i stężenia jonów. Dla obu metali uzyskano efektywność retencji w zakresie 80– 95%.

Ekologiczne sorbenty do oleju i paliw ciekłych FibriSorb

Rafał Brzyski
FibriTech Sp. z o.o.
rb@fibri.tech

Podstawową ideą firmy FibriTech jest odejście od zasobów kopalnych na rzecz surowców odnawialnych. Firma opracowała innowacyjną technologię produkcji trójwymiarowych struktur z włókien celulozowych, która pozwala tworzyć lekkie, porowate i odporne mechanicznie materiały. Ta opatentowana metoda wytwarzania umożliwia budowanie struktur przestrzennych o różnych parametrach, dostosowanych do konkretnych zastosowań np.: opakowania, izolacje termiczne, akustyczne, czy podłoża do upraw. Jednym z produktów powstałych w tej technologii są sorbenty FibriSorb.

Rys. 1. FibriSorb – technologia FibriTech.

Sorbenty FibriSorb charakteryzują się wysokimi parametrami użytkowymi zapewniając jednocześnie unikatowe właściwości mechaniczne. Porowatość na poziomie 95% i niewielka gęstość zapewniają wysoką efektywność masową, a stabilność mechaniczna ogranicza wycieki wtórne. Skuteczność rozwiązania potwierdzona została i doceniona w przemyśle petrochemicznych oraz ciężkim. Parametryzacja pozwala na uzyskanie sorbentów uniwersalnych jak również selektywnych do oleju, o silnych właściwościach hydrofobowych, co otwiera szerokie możliwości zastosowania w filtracji i oczyszczaniu zbiorników wodnych.

Literatura:

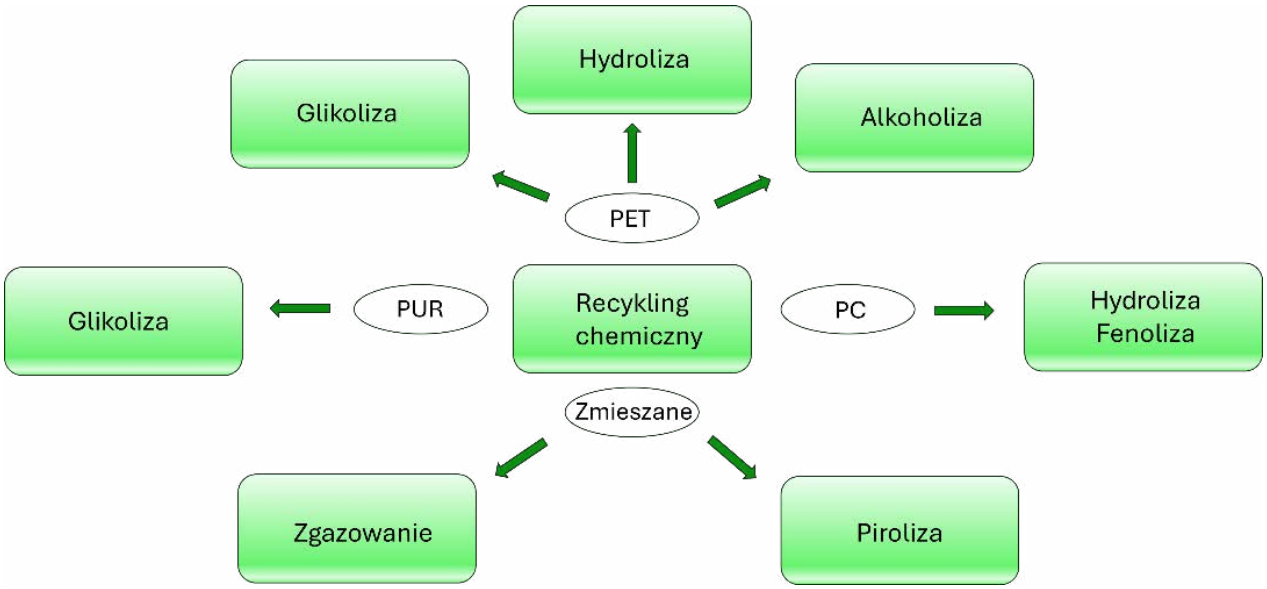
https://fibri.tech/, https://fibrisorb.com/

Postery

Nowoczesne technologie recyklingu chemicznego odpadowych tworzyw sztucznych

Katarzyna Zielińska, Marcin Muszyński, Przemysław Bartoszewicz, Betina Małysa, Jacek Kosno
Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia"
katarzyna.zielinska@icso.lukasiewicz.gov.pl

Wzrost produkcji tworzyw sztucznych spowodowany ich szerokim zastosowaniem w wielu gałęziach przemysłu, niesie ze sobą również problem rosnącej ilości odpadów polimerowych.



Rys. 1. Schemat metod recyklingu chemicznego odpadowych tworzyw sztucznych opracowywanych w Łukasiewicz ICSO „Blachownia"

W Łukasiewicz ICSO „Blachownia" trwają prace nad opracowaniem skutecznych metod recyklingu chemicznego tworzyw sztucznych, takich jak odpadowy PET, PUR, materiały poliwęglanowe, a także mieszaniny trudnych do rozdzielenia odpadów tworzywowych celem pozyskania cennych surowców nadających się do dalszego wykorzystania w przemyśle chemicznym.

Podziękowanie: Badania współfinansowane w ramach realizacji projektu subwencyjnego w latach 2023–2025

Od glikolizy do membrany: chemiczna modyfikacja pet i analiza struktury nowych materiałów

Paulina Rajewska[1,2], Jolanta Janiszewska[1], Maciej Dębowski[2], Paweł Parzuchowski[2]
[1]Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
[2]Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny
paulina.rajewska@itee.lukasiewicz.gov.pl; paulina.rajewska2.dokt@pw.edu.pl

Polimerowe membrany filtracyjne stanowią kluczowy komponent nowoczesnych procesów separacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem technologii uzdatniania wody oraz oczyszczania ścieków. Pomimo szerokiej dostępności poli(tereftalanu etylenu) (PET) oraz jego potencjału w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym, jego zastosowanie w produkcji membran pozostaje ograniczone. Główne bariery stanowią niska hydrofilowość PET oraz jego ograniczona rozpuszczalność w rozpuszczalnikach akceptowalnych z punktu widzenia technologii membranowej.

Niniejsza praca miała na celu ocenę możliwości wykorzystania 1,5-pentanodiolu jako czynnika modyfikującego strukturę PET. W pierwszym etapie badań przeprowadzono proces glikolizy PET z udziałem 1,5-pentanodiolu, w wyniku którego otrzymano oligomery o zmodyfikowanej strukturze chemicznej. Następnie, w reakcji polikondensacji, uzyskano nowe materiały poliestrowe, które poddano charakterystyce fizykochemicznej w kontekście ich potencjalnego zastosowania w technologii membran.

Otrzymane polimery zostały rozpuszczone w odpowiednio dobranym układzie rozpuszczalnikowym, a następnie przetworzone na membrany przy użyciu metody mokrej inwersji faz. Analiza morfologii powierzchni i przekroju poprzecznego wytworzonych membran została przeprowadzona z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Obserwacje mikroskopowe potwierdziły obecność porowatej struktury charakterystycznej dla membran półprzepuszczalnych, co wskazuje na potencjał opracowanego materiału do dalszych badań aplikacyjnych, w szczególności w zakresie jego właściwości filtracyjnych.

Zintegrowana ocena skuteczności klasycznych koagulantów żelazowych i glinowych oraz ich wpływu mikrobiologicznego w oczyszczaniu cieczy pofermentacyjnej

Sebastian Gosławski, Gabriela Chudzik, Jarosław Domański
Katedra Biotechnologii Środowiskowej, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka
sebastiangoslawski@interia.pl

Produkcja biogazu w Unii Europejskiej utrzymuje dwucyfrowe tempo wzrostu. W 2023 r. wytworzono łącznie 22 mld m^3 biogazu i biometanu, co odpowiada ok. 7% rocznego zapotrzebowania Wspólnoty na gaz ziemny (European Biogas Association, 2024). Dynamiczny rozwój sektora powoduje jednak gwałtowny przyrost pofermentu – ubocznego produktu fermentacji metanowej o znacznym potencjale nawozowym (o wartości dodanej). Według najnowszego raportu EBA w 2022 r. w Europie powstało 31 mln ton suchej masy tego materiału, zdolnej pokryć 15% zapotrzebowania rolnictwa na nawozy azotowe (Bioenergy International, 2023). Ciekła frakcja pofermentu zawiera wysokie stężenia związków biogennych, lecz bez odpowiedniego oczyszczenia jej aplikacja może prowadzić do eutrofizacji wód. Możliwe jest również ponowne wykorzystanie ciekłej frakcji pofermentu jako wody procesowej lub na cele rolnicze, co wpisuje się w gospodarkę obiegu zamkniętego. Od kilku lat intensywnie testuje się tradycyjne koagulanty oparte na solach żelaza(III) i glinu(III), m.in. wodne roztwory siarczanu żelaza(III) $Fe_2(SO_4)_3$, chlorkosiarczanu żelaza(III) $FeClSO_4$ oraz chlorku żelaza(III) $FeCl_3$ (produkty handlowe serii PIX), a także polichlorek glinu $Al_n(OH)_mCl_{(3n-m)}$ o zróżnicowanej zasadowości (PAX, PAC), jednak większość badań skupia się na parametrach fizykochemicznych, pomijając analizy mikrobiologiczne oraz optymalizację warunków procesu (zapewnienie maksymalnej redukcji zanieczyszczeń, dotrzymanie wymagań środowiskowych).

Celem niniejszego opracowania było określenie wydajności procesowej czterech dostępnych komercyjnie koagulantów nieorganicznych – chlorków żelaza(III) PIX 110S i PIX 113 oraz polichlorków glinu PAX XL 1910S i PAX 16 w oczyszczaniu ciekłej frakcji pofermentu. Oceniono wpływ rodzaju i dawki koagulantu oraz początkowego pH cieczy na efektywność usuwania zanieczyszczeń fizykochemicznych i mikrobiologicznych. Wyniki potwierdziły, że koagulacja chemiczna z użyciem dostępnych preparatów żelazowych i glinowych jest skutecznym etapem wstępnego oczyszczania ciekłej frakcji pofermentu: znacząco redukuje mętność, stężenie zawiesin i ładunek fosforu, a także obniża liczebność drobnoustrojów chorobotwórczych, ograniczając presję biogenną na wody i gleby. Uzyskane rezultaty dostarczają praktycznych wskazówek dotyczących doboru koagulantu, jego dawki i optymalnego pH procesu, wspierając zrównoważone zagospodarowanie pofermentu zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym.

Techniki membranowe jako narzędzie zrównoważonego zarządzania wodą w przemyśle

Jolanta Janiszewska, Paulina Rajewska
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
jolanta.janiszewska@itee.lukasiewicz.gov.pl

W obliczu narastających problemów związanych z deficytem zasobów wodnych oraz rosnącą presją na ograniczenie negatywnego wpływu przemysłu na środowisko, szczególnego znaczenia nabierają technologie wspierające wdrażanie zasad gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ). Jednym z kluczowych narzędzi w tym zakresie są techniki membranowe, umożliwiające efektywne oczyszczanie ścieków oraz odzysk i ponowne wykorzystanie wody w procesach technologicznych.

Praca prezentuje opracowany w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytucie Technologii Eksploatacji zintegrowany system membranowy, służący do zamykania obiegów wody w przemyśle. System ten opiera się na rekonfigurowalnych układach mikro-, ultra- i nanofiltracji oraz odwróconej osmozy, wspomaganych przez techniki wstępnego oczyszczania i pogłębionego utleniania. Jego elastyczność umożliwia dostosowanie do specyficznych potrzeb różnych branż przemysłowych.

Przedstawiono trzy przykłady opracowanych w Ł-ITeE technologicznych rozwiązań aplikacyjnych z wykorzystaniem technik membranowych w przemyśle: w branży spożywczej – do oczyszczania ścieków powstających podczas mycia plastrów ziemniaków przeznaczonych do produkcji chipsów, oraz w przemyśle metalowym – do odzyskiwania wody z procesów wibrościernej obróbki detali ze stali i stopów Zn-Al. We wszystkich przypadkach uzyskano wysoką skuteczność separacji zanieczyszczeń oraz parametry oczyszczonej wody pozwalające na jej ponowne wykorzystanie w pierwotnych procesach. Wyniki te dowodzą, że techniki membranowe stanowią efektywne i skalowalne rozwiązanie sprzyjające racjonalizacji gospodarki wodnej w przemyśle oraz realizacji celów GOZ.

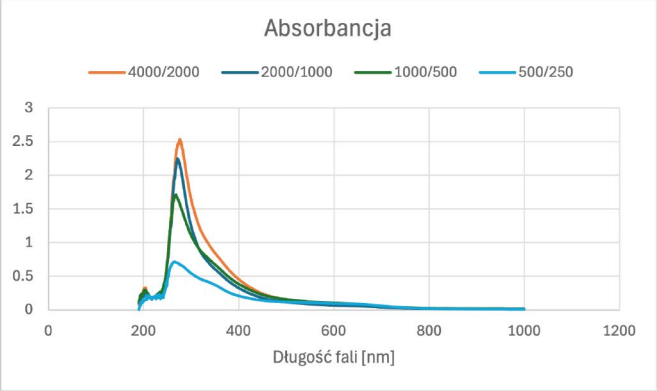
Zastosowanie procesu biowęgiel, żelazo metaliczne Fe^0/H_2O_2 do usuwania błękitu metylenowego z fazy wodnej

Ewa Wronka, Jan Bogacki
Koło naukowe Chemii Środowiska, Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Środowiska
ewa.wronka4@gmail.com

Zanieczyszczenie wód barwnikami, w tym toksycznym i trudno biodegradowalnym błękitem metylenowym (BM), stanowi poważne zagrożenie dla ludzi i środowiska. W związku z powyższym, potrzebny jest efektywny sposób na usunięcie ich z wody. W odpowiedzi na ten problem, przeprowadzone zostały badania nad efektywnością zaawansowanych procesów utleniania (AOP) z wykorzystaniem żelaza metalicznego zerowartościowego (Fe^0), biowęgla (C) i nadtlenku wodoru (H_2O_2). Proces ten jest oparty na reakcji Fentona, wspomaganej adsorpcyjnymi właściwościami biowęgla, co skutkowało efektywnym rozkładem BM do mniej złożonych i nieszkodliwych produktów. Przeprowadzona została seria eksperymentów, w których przeanalizowano wpływ dawek wszystkich trzech reagentów, pH oraz czasu reakcji.

Najważniejsze uzyskane wyniki:

- Najefektywniejszą dawką była dawka Fe/C = 500/250 [mg/L], dla której ilość nadtlenku wodoru wyniosła 555 [mg/L].
- Optymalne pH równe 3. Najlepsze wyniki uzyskano po 120 minutach.
- Dla powyżej wymienionych dawek i optymalnych warunków udało się uzyskać aż 97,8% usunięcia błękitu metylenowego z roztworu. Poniżej wykres przedstawiający absorbancję dla różnych dawek Fe/C.



Rys. 1. Absorbancja dla odpowiednich dawek żelaza i biowęgla.

Zastosowanie kombinacji Fe^0, biowęgiel oraz H_2O_2 stanowi skuteczną metodę oczyszczania wód z barwników organicznych, takich jak błękit metylenowy.

Podziękowanie: Serdecznie dziękuję mojemu opiekunowi naukowemu Dr. Janowi Bogackiemu, za wsparcie merytoryczne podczas realizacji projektu oraz pomoc w przygotowaniu i przebiegu eksperymentów.

Literatura:

Khan, Idrees, Saeed, K., Zekker, I., Zhang, B., Hendi, A.H., Ahmad, A., Ahmad, S., Zada, N., Ahmad, H., Shah, L.A., Shah, T., Khan, Ibrahim, 2022. Review on Methylene Blue: Its Properties, Uses, Toxicity and Photodegradation. Water 14. https://doi.org/10.3390/w14020242

Babuponnusami, A., Muthukumar, K., 2014. A review on Fenton and improvements to the Fenton process for wastewater treatment. Journal of Environmental Chemical Engineering 2, 557–572. https://doi.org/10.1016/j.jece.2013.10.011

Zastosowanie metod spektroskopowych do oceny właściwości sorpcyjnych biowęgli otrzymanych z fusów kawy

Bernadetta Kaźmierczak, Jolanta Drabik
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji, Centrum Biogospodarki i Ekoinnowacji
bernadetta.kazmierczak@itee.lukasiewicz.gov.pl

Streszczenie:

W pracy przedstawiono wynik badań dotyczące otrzymania biowęgli, spełniających funkcję sorbentów metali z roztworów wodnych. Biowęgle otrzymano z fusów kawy w temperaturze 600°C, według metodyki opisanej w zgłoszeniu patentowym P.450650. W celu określenia właściwości sorpcyjnych biowęgle poddano analizie z wykorzystaniem metod spektralnych. Spektrofotometria w podczerwieni FTIR pozwoliła na identyfikację grup funkcyjnych obecnych na powierzchni biowęgli oraz na identyfikację ich budowy. Wyniki uzyskane dzięki technice FTIR wykazały, że otrzymane biowęgle z fusów kawy posiadają na swojej powierzchni tlenoorganiczne grupy funkcyjne, zdolne do sorpcji metali z roztworów wodnych. Spektroskopię Ramana wykorzystano do oceny uporządkowania struktur biowęglowych na podstawie identyfikacji sygnałów spektralnych. Otrzymane biowęgle posiadają dwa pasma świadczące o strukturze uporządkowanej (G) i strukturze nieuporządkowanej (D), które pozwoliły na wyznaczenie współczynnika (I_D/I_G). Natomiast technikę SEM/EDS wykorzystano do określenia zmian w składzie chemicznym zachodzącym oraz do wizualizacji mikrostruktury otrzymanego biowęgla. Wyniki uzyskane dzięki technice SEM/EDS pokazały zmiany zawartości pierwiastków takich jak azot (N), tlen (O) i węgiel (C) w produkcie uzyskanym po pirolizie w porównaniu do produktu wyjściowego. Wymienione techniki stanowią kompleksowe podejście do oceny biowęgli w aspekcie wykorzystania ich jako sorbentów metali z roztworów wodnych.

Podziękowanie: Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr rejestracyjnym 2024/08/X/ST4/01193 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki w latach 2024–2025

Membrany modyfikowane nanokomponentami – nowa generacja oczyszczania ścieków

Martyna Gloc[1,2], Zdzisława Mrozińska[1], Magdalena Olak-Kucharczyk[1], Jerzy Chruściel[1], Renata Żyłła[1].
[1]Centrum Gospodarki o Obiegu Zamkniętym, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny,
[2]Katedra Inżynierii Bioprocesowej, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka
martyna.gloc@lit.lukasiewicz.gov.pl

Obecność związków farmaceutycznych w wodach powierzchniowych oraz ich negatywny wpływ na organizmy wodne stanowią problem znany i opisywany w literaturze naukowej od wielu lat. Niemniej jednak, w ostatnich dekadach obserwuje się znaczny wzrost konsumpcji leków w społeczeństwie, co bezpośrednio przekłada się na zwiększoną emisję tych substancji do środowiska. Prognozuje się, że w nadchodzących latach poziom stosowania farmaceutyków nie tylko nie ulegnie zmniejszeniu, lecz może dalej wzrastać, co wiąże się z rosnącym obciążeniem dla systemów oczyszczania ścieków. Dlatego konieczne jest opracowywanie nowych, ulepszonych technologii, które pomogą ograniczyć przedostawanie się leków do środowiska. Jednym z możliwych rozwiązań jest zastosowanie technologii filtracji membranowej, która znajduje szerokie zastosowanie w oczyszczaniu ścieków. Jednakże jej skuteczność może być ograniczana przez zjawiska niepożądane np. fouling. W niniejszych badaniach podjęto próbę opracowania membrany zawierającej nanokomponenty. W badaniach wykorzystano dwa strumienie modelowych ścieków zawierających sól ibuprofenu (IBF): jeden na bazie wody, drugi oparty na matrycy pochodzącej z bioreaktora zraszanego. Zbadano wpływ dodatku nanokomponentów do struktury membrany na ograniczenie zjawiska foulingu. Analizie poddano również ich oddziaływanie na natężenie przepływu, retencję zanieczyszczeń oraz właściwości powierzchniowe membran.

Podziękowanie: Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu OPUS-22 nr 2021/43/B/ST8/001854.

Termiczna konwersja zużytych membran polimerowych w materiały węglowe dedykowane do wytwarzania smarów plastycznych

Maciej Życki[1,2], Rafał Kozdrach[1], Monika Łożyńska[1], Paweł Radulski[1], Wioletta Barszcz[1,3]
[1]Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji,
[2]Politechnika Łódzka – Instytut Włókiennictwa,
[3]Politechnika Warszawska – Wydział Inżynierii Środowiska
maciej.zycki@itee.lukasiewicz.gov.pl

Streszczenie: Celem pracy była ocena możliwości zagospodarowania odpadów pofiltracyjnych w postaci zużytych membran polimerowych poprzez ich termiczną konwersję oraz określenie potencjalnych zastosowań wytworzonych materiałów węglowych. Zużyte membrany filtracyjne, wykorzystywane m.in. w przemyśle wodno-ściekowym, stanowią trudny do zagospodarowania odpad, który często trafia na składowiska, zwiększając obciążenie środowiska. Opracowanie efektywnych metod ich utylizacji i przetwarzania jest więc istotnym wyzwaniem z punktu widzenia ochrony środowiska.

Przeprowadzony proces obejmował osuszanie, rozdrabnianie oraz termiczną konwersję membran z polieterosulfonu (PES) i poliamidu (PA-TFC) w temperaturach 400–600°C w atmosferze CO_2 Analizy FTIR i Raman potwierdziły degradację membran w zakresie 500–600°C oraz powstawanie materiałów węglowych. Najbardziej uporządkowaną strukturę, z wyraźnym pasmem G (~1590 cm^{-1}) i minimalnym udziałem defektów, uzyskano dla membran PES w 500°C.

Ocena aplikacyjna wykazała, że 5-procentowy dodatek materiału węglowego do smaru plastycznego poprawiał jego właściwości tribologiczne, co potwierdza użyteczność powstałego produktu. Wyniki badań dowodzą, że odpady w postaci zużytych membran filtracyjnych mogą być skutecznie przetwarzane w funkcjonalne materiały, ograniczając tym samym ilość odpadów trafiających do środowiska i wpisując się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętego

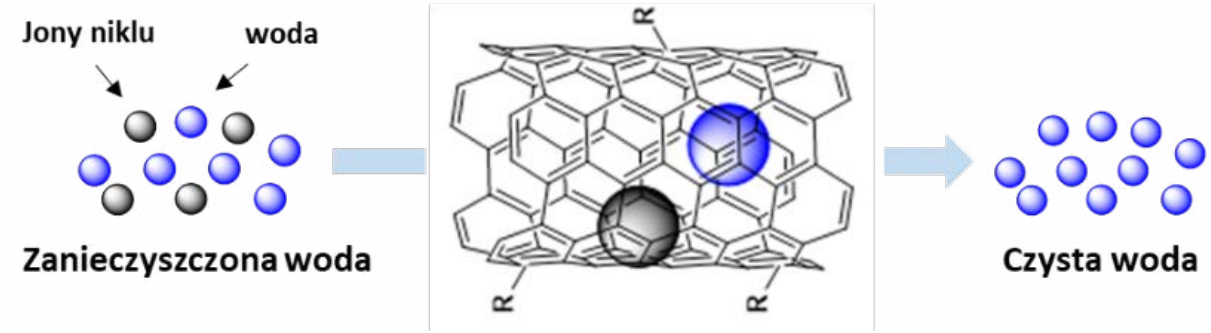
Podziękowanie: Praca została wykonana w czasie, gdy pierwszy autor był doktorantem w Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej Politechniki Łódzkiej.

Funkcjonalizacja nanocząstek węglowych do zastosowań w oczyszczaniu ścieków

Michał Głowacki, Edyta Wojda, Honorata Kazimierczak
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Warszawski Instytut Technologiczny
michal.glowacki@wit.lukasiewicz.gov.pl

Dynamiczny rozwój przemysłu, w szczególności sektorów takich jak elektronika, metalurgia czy produkcja akumulatorów, przyczynił się do wzrostu obecności metali ciężkich (Cr, Pb, Hg, Cd, Ni, Cu, Zn) w środowisku wodnym.[1] Związki te, ze względu na swoją toksyczność, trwałość chemiczną oraz zdolność do bioakumulacji, stanowią istotne zagrożenie ekologiczne.[2] Wśród dostępnych metod ich usuwania, adsorpcja uznawana jest za jedną z najskuteczniejszych ze względu na niskie koszty operacyjne i prostotę technologii. Szczególne zainteresowanie budzą węglowe nanomateriały adsorpcyjne, takie jak nanorurki węglowe, które charakteryzują się wysoką powierzchnią właściwą i porowatością.[3] Jednakże ich ograniczona hydrofilowość oraz tendencja do agregacji obniżają efektywność procesu sorpcji, co uzasadnia konieczność ich funkcjonalizacji w celu poprawy właściwości dyspersyjnych i zdolności adsorpcyjnych.

Celem pracy było opracowanie funkcjonalizowanych nanorurek węglowych, modyfikowanych m.in. za pomocą biodegradowalnego chitozanu, a następnie przebadane ich pod kątem zdolności adsorpcyjnych jonów niklu z roztworów wodnych.



Literatura:

[1] Zhang, X.; Huang, Q.; Liu, M.; Tian, J.; Zeng, G.; Li, Z.; Wang, K.; Zhang, Q.; Wan, Q.; Deng, F.; Wei, Y, Applied Surface Science 2015, 343, 19–27.

[2] Tian, B.; Hua, S.; Tian, Y.; Liu, J., *Environ Sci Pollut Res* 2021, *28* (2), 1317–1340.

[3] Yu, G.; Lu, Y.; Guo, J.; Patel, M.; Bafana, A.; Wang, X.; Qiu, B.; Jeffryes, C.; Wei, S.; Guo, Z.; Wujcik, E. K, *Adv Compos Hybrid Mater* 2018, *1* (1), 56–78.

Jakość wody przydomowego oczka

Maria Leszczyńska, Milena Czaplicka, Małgorzata Wojtkowska
Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Środowiska
01188912@pw.edu.pl, 01188886@pw.edu.pl

Celem przeprowadzonego badania była ocena jakości wody przydomowego oczka w okresie wczesno wiosennym. Impulsem do przeprowadzenia badania były wydarzenia, które zaistniały latem 2023 roku, kiedy to w oczku wodnym znaleziono śnięte ryby. Zbiornik, dla którego wykonano analizę zlokalizowany jest w Truskawiu pod Warszawą, w bezpośrednim sąsiedztwie Kampinoskiego Parku Narodowego. Jest to sztuczny zbiornik wodny wyłożony na dnie folią, o kształcie zbliżonym do koła, o średnicy ok. 7–8 m i maksymalnej głębokości 2,5 m. Do oczka wodnego doprowadzany jest tlen przez system napowietrzania. Stworzony jest również obieg w postaci rzeczki. W badanym zbiorniku rozwinięta jest fauna (zamieszkują go m.in. orfy, karpie koi, złoty lin oraz jesiotry) i flora (m.in. kosaćce, trzcina, pałka wodna, grążele, grzybienie oraz rzęsa wodna).

Badanie przeprowadzono w okresie od kwietnia do początku maja 2025 r. Pobranych zostało 5 próbek wody: pierwsza dnia 06/04/2025 (z punktu najdalej odsuniętego od źródła tlenu), dwie dnia 22/04/2025 (jedna z tego samego punktu co wcześniej oraz druga przy źródle tlenu) oraz dwie dnia 05/05/2015 (z tych samych miejsc, co poprzednie).

Na analizę jakości wody składało się wielokrotne zbadanie następujących parametrów wody: pH, przewodność elektryczna, zasadowość, twardość ogólna, zawartość fosforanów, chlorków, azotanów, azotynów, amoniaku, siarczanów, żelaza ogólnego oraz zawartość tlenu rozpuszczonego. Badania wykonano metodą laboratoryjną. Skupiono się głównie na analizie zmian w zawartości tlenu rozpuszczonego, azotanów, fosforanów i azotynów.

Z uzyskanych wyników badań wynika m.in., że zawartość azotanów i fosforanów znacznie przekraczała próg zawartości tych pierwiastków dla wód naturalnych, co świadczy o dużym wzbogaceniu wody związkami eutroficznymi. Zauważono również, że wraz z upływem czasu malała ilość zarówno fosforanów jak i azotanów – były one najprawdopodobniej wykorzystywane w procesie wegetacji roślin. Stwierdzono również, że wraz ze wzrostem temperatury spadała zawartość tlenu rozpuszczonego. Dodatkowo, na podstawie uzyskanych wyników badań wykonano ocenę potencjalnych zagrożeń w przypadku nagłej bądź dużej zmiany (spadku bądź wzrostu) badanych parametrów. Potencjalny wpływ zmian oparto o nawiązanie do sytuacji sprzed 2 lat, kiedy latem wystąpiły bardzo wysokie temperatury, w wyniku których doszło do śnięcia wszystkich ryb w oczku wodnym – było to najprawdopodobniej wynikiem niedoboru tlenu.

Analiza ta jest wstępem dla planowanych badań kontynuujących, których celem będzie ocena jakości wody w przydomowym oczku w przeciągu roku.

Podziękowanie: Serdecznie dziękujemy Komitetowi Organizacyjnemu II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Biznesowej „W KIERUNKU GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM: MOŻLIWOŚCI I WYZWANIA" za możliwość przedstawiania wyników naszych badań. Kierujemy również szczególne podziękowania do prof. dr hab. Małgorzaty Wojtkowskiej za opiekę i wsparcie w trakcie prowadzonych prac badawczych.

Literatura:

1. Gajkowska-Stefańska, Lidia [i in.], Laboratoryjne badania wody, ścieków i osadów ściekowych. Cz. 1. Wyd. 3. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1997, 2. Dojlido, Jan R. Chemia wód powierzchniowych. Białystok: Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, 1995.

Naturalne sorbenty w technologiach oczyszczania ścieków i uzdatniania wód

Małgorzata Wojtkowska, Karolina Kulczycka
Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Środowiska
karolina.kulczycka.stud@pw.edu.pl

W ramach pracy przeprowadzono analizę elementarną (CHNS) sorbentów roślinnych i mineralnych pochodzących z różnych regionów świata — Afryki, Azji oraz Ameryki Łacińskiej. Badanym materiałem były m.in.: trzcina cukrowa NCo 376, orzechy cola, łupiny orzeszków ziemnych, liście herbaty, piasek oraz diatomit. Celem szczegółowym badania było określenie składu pierwiastkowego tych materiałów i ocena ich przydatności w procesach fizykochemicznego oczyszczania wód.

- Afryka, Senegal – Trzcina cukrowa;
- Afryka, Nigeria – Orzechy Cola;
- Afryka, Senegal – Piasek;
- Afryka, Tanzania i Argentyna – Liście herbaty;
- Indie i Afryka, Nigeria – Łupiny orzeszków ziemnych;
- Meksyk – Diatomit.

NOMPAL – BIG PEANUTS [NIGERIA, Afryka]

COLA, [Nigeria, Afryka]

KALAMPA, [NIGERIA, AFRYKA]

WINE, [NIGERIA, Afryka]

COLA, [Nigeria, Afryka]

HERBATA LIŚCIASTA [ARGENTYNA]

HERBATA LIŚCIASTA [TANZANIA, AFRYKA] DIATOMIT, [MEKSYK

PIASEK Z DELTA DU SALOUM, [SENEGAL]

PIASEK Z „Plage de Fann"[SENEGAL]

TRZCINA CUKROWA, NCO 376, [SENEGAL, AFRYKA]

Wszystkie badane sorbenty zostały poddane analizie elementarnej, wykonanej za pomocą analizatora CHNS firmy Elementar, model Vario EL III. W analizie oznaczono procentową zawartość podstawowych pierwiastków: azotu (N), węgla (C), wodoru (H), siarki (S) oraz tlenu (O).

Na podstawie uzyskanych wyników można zauważyć, że zarówno sorbenty organiczne, jak i mineralne wykazują właściwości charakterystyczne dla materiałów pochodzenia naturalnego, przy czym ich skład chemiczny istotnie różni się w zależności od typu.

Sorbenty organiczne (próbki 3, 4, 5 – np. herbata, łupiny, orzechy COLA) charakteryzowały się wysoką zawartością węgla (C > 58%), co świadczy o dużym udziale materii organicznej w ich strukturze. Obecność grup funkcyjnych takich jak hydroksylowe (–OH), karboksylowe (–COOH) czy aminowe ($-NH_2$) determinuje ich zdolność do adsorpcji zanieczyszczeń zarówno w mechanizmie fizycznym, jak i chemicznym. Zawartość azotu przekraczająca 4% wskazuje na możliwość tworzenia kompleksów z jonami metali ciężkich (np. Pb^{2+}, Cd^{2+}), co dodatkowo wzmacnia ich właściwości sorpcyjne w kontekście sorpcji jonowymiennej. Z kolei wysoka zawartość wodoru (H > 9%) sugeruje obecność związków alifatycznych i białkowych, które w środowisku wodnym mogą ulegać degradacji, uwalniając dodatkowe centra aktywne. Materiały te wykazują wysoki potencjał w usuwaniu metali ciężkich, barwników organicznych oraz substancji aktywnych biologicznie, dlatego mogą być skutecznie stosowane jako biosorbenty w oczyszczaniu ścieków przemysłowych i komunalnych.

Sorbenty mineralne (próbki 8, 9, 10 – np. piasek, diatomit) cechowały się bardzo niską zawartością pierwiastków organicznych (C, H, N < 1%), co potwierdza ich nieorganiczne pochodzenie. Choć nie wykazują aktywności chemicznej w sorpcji, odgrywają istotną rolę w procesach filtracji mechanicznej oraz adsorpcji powierzchniowej. Wysoka zawartość tlenu (O > 97%) sugeruje dominację tlenków krzemu (SiO_2), co wiąże się z dużą powierzchnią właściwą, sprzyjającą fizycznemu zatrzymywaniu zanieczyszczeń. Diatomit, jako skała mikroporowata zbudowana z pancerzyków okrzemek, wykazuje wyjątkowo dobre właściwości jako materiał wspomagający procesy koagulacji, sedymentacji i oczyszczania mechanicznego.

W kolejnych etapach planowane jest udoskonalanie właściwości badanych materiałów sorpcyjnych, w szczególności poprzez:

- modyfikacje chemiczne, polegające na wprowadzaniu grup funkcyjnych zwiększających selektywność sorpcji wobec konkretnych zanieczyszczeń,
- tworzenie kompozytów, łączących różne typy sorbentów w celu uzyskania synergicznego efektu działania,
- dostosowanie struktury sorbentów do usuwania specyficznych typów zanieczyszczeń,

Pozyskane naturalne sorbenty zostaną wykorzystane do przeprowadzania w warunkach laboratoryjnych oczyszczania wód Morza Bałtyckiego, pobranych zarówno po stronie polskiej — w rejonie Trójmiasta, jak i po stronie fińskiej — w okolicach wysp archipelagu oraz w miastach Turku i Helsinki.

Pierwszy pobór próbek wody planowany jest na pierwszy tydzień czerwca. Wówczas przeprowadzona zostanie szczegółowa analiza skuteczności uprzednio przygotowanych i aktywowanych sorbentów w warunkach rzeczywistych. Badanie pozwoli ocenić ich efektywność w usuwaniu zanieczyszczeń obecnych w wodach powierzchniowych Morza Bałtyckiego, w tym metali ciężkich i związków organicznych.

Podziękowanie: Serdecznie dziękuję Komitetowi Organizacyjnemu II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Biznesowej *„W kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym: możliwości i wyzwania"* za umożliwienie zaprezentowania wyników naszych badań.

Szczególne wyrazy wdzięczności kieruję do Pani prof. dr hab. Małgorzaty Wojtkowskiej za zaproszenie do wspólnego projektu badawczego oraz za nieocenione wsparcie, życzliwość oraz przekazywaną wiedzę.

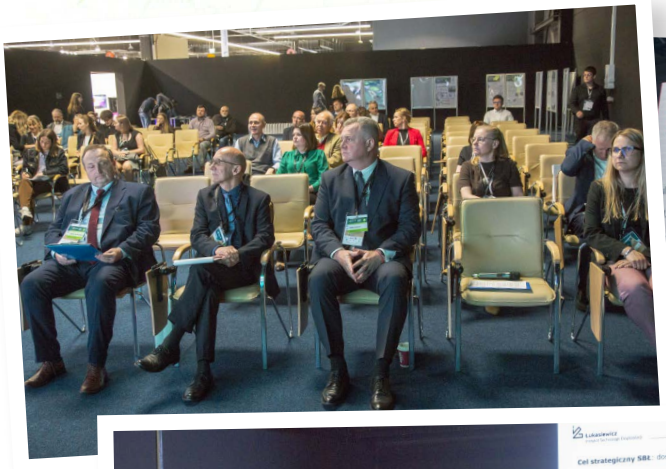
Literatura:

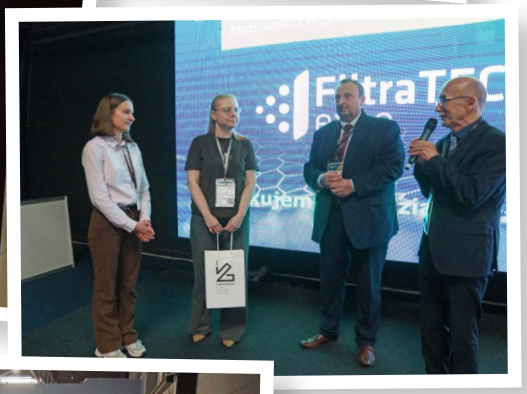
Wojtkowska M., *Migracja i akumulacja metali ciężkich w zbiornikach zaporowych na przykładzie jeziora Zegrzyńskiego*, Rozprawa Doktorska, 1997.

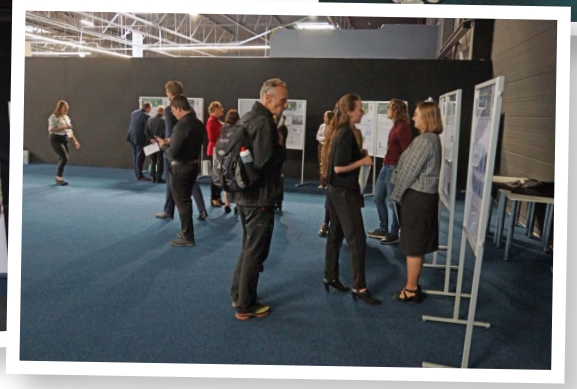
Buczek B., Czepirski L., *Adsorbenty węglowe – surowce, otrzymywanie, zastosowanie*, Gospodarka surowcami mineralnymi, 17(2), 29–61, 2001.

Shaoxian Song, Bowen Li, Adsorption at natural minerals/water interfaces, S Song, B Li, 2021.

FOTORELACJA







Zapraszamy do współpracy

Centrum Biogospodarki i Ekoinnowacji funkcjonujące w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytucie Technologii Eksploatacji posiada unikatową infrastrukturę badawczą, technologiczną i kontrolno-pomiarową, a także kadrę specjalistów oraz osiągnięcia naukowe i techniczne, umożliwiające realizację prac B+R w kooperacji z jednostkami naukowymi i instytutami badawczymi oraz przedsiębiorstwami przemysłowymi.

Centrum Biogospodarki i Ekoinnowacji realizuje prace badawczo-rozwojowe i świadczy usługi w obszarze zrównoważonej gospodarki, przede wszystkim w zakresie redukcji uciążliwości ekologicznej procesów technologicznych, ukierunkowanych na wytwarzanie bioproduktów użytkowych, zamykania i integracji obiegów wodnych z możliwością odzysku materiałów, a także wydłużania cyklu życia cieczy eksploatacyjnych.

Zakres działania Centrum Biogospodarki i Ekoinnowacji obejmuje:

1. Opracowywanie systemów gospodarki obiegu zamkniętego, w tym technologii zagospodarowania surowców wtórnych i odpadów oraz zamykania obiegów wody przemysłowej.
2. Badanie i rozwój materiałów kompozytowych, biomateriałów, biodegradowalnych materiałów eksploatacyjnych i płynów technologicznych.
3. Opracowywanie technologii i urządzeń wspomagających proekologiczne procesy przemysłowe.
4. Rozwój systemów technicznych do realizacji procesów biotechnologicznych, w tym wytwarzania i zagospodarowania biomasy.
5. Rozwój procesów oczyszczania cieczy poużytkowych, w tym urządzeń i funkcjonalizowanych materiałów filtracyjnych oraz sorpcyjnych.
6. Realizacja działalności usługowej dla sektora przemysłu i nauki, a także współpraca B+R z przemysłem.

Kontakt

dr inż. Anna Kowalik-Klimczak
Dyrektor Centrum Biogospodarki i Ekoinnowacji
anna.kowalik-klimczak@itee.lukasiewicz.gov.pl

tel. (+48) 48 364-42-41 wew. 218
kom. 601 263 460

Łukasiewicz
Instytut Technologii Eksploatacji