

Rekrutacja do Szkoły Doktorskiej w Uniwersytecie Śląskim w Katowicach na rok akademicki 2026/2027

Tematy w dyscyplinie inżynieria materiałowa

**Admission to the Doctoral School at the University of Silesia in Katowice
for academic year 2026/2027**

Topics in material engineering

Spis treści	Contents
1. Zaawansowane porowate nanomateriały o regulowanej geometrii porów i chemii powierzchni do selektywnego usuwania jonów metali ciężkich – dr hab. Mateusz Dulski, prof. UŚ	1. Advanced porous nanomaterials with tunable pore geometry and surface chemistry for selective removal of heavy metal ions – dr hab. Mateusz Dulski, prof. UŚ
2. Projektowanie zaawansowanych nanofungicydów: Strategiczne działanie w zwalczaniu grzybów pasożytniczych na roślinach uprawnych poprzez synergię cząsteczek biologicznie aktywnych z nośnikami organicznymi i/lub nieorganicznymi – dr hab. Mateusz Dulski, prof. UŚ	2. Design of advanced nanofungicides: A strategic approach to combating phytopathogenic fungi by synergy effect of biologically active molecules with organic and/or inorganic carriers – dr hab. Mateusz Dulski, prof. UŚ

Inżynieria materiałowa temat nr 1	Material engineering topic No. 1
Zaawansowane porowate nanomateriały o regulowanej geometrii porów i chemii powierzchni do selektywnego usuwania jonów metali ciężkich	Advanced porous nanomaterials with tunable pore geometry and surface chemistry for selective removal of heavy metal ions
PhD supervisor: dr hab. Mateusz Dulski, prof. UŚ	
Krótką charakterystyka założeń i celów badawczych Celem planowanego projektu będzie opracowanie nowej generacji zaawansowanych sorbentów opartych na mezoporowatych nanomateriałach krzemionkowych, przeznaczonych do selektywnego i wysokoefektywnego wychwytu	Brief description of research assumptions and goals The objective of the planned project is to develop a new generation of advanced sorbents based on mesoporous silica nanomaterials for the selective and highly efficient capture of heavy metal ions from aqueous media, particularly Co ²⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺ ,



jonów metali ciężkich z fazy wodnej, w szczególności Co^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} i Ni^{2+} oraz innych jonów metali przejściowych i toksycznych. Materiałem referencyjnym będzie SBA-15, natomiast kluczową innowacją projektu będzie zastosowanie struktur o trójwymiarowej lub hierarchicznej architekturze porów (SBA-16, KIT-6, FDU-1, DFNS oraz WMS), które mają zapewnić usprawniony transport masy, zwiększoną dostępność centrów sorpcyjnych oraz wyższą pojemność sorpcyjną w warunkach zmiennego składu środowiska wodnego. Selektywność i efektywność sorpcji będą osiągnięte poprzez kontrolowaną funkcjonalizację powierzchni porów wyselekcjonowanymi grupami chemicznymi (karboksylowymi, fosforanowymi, tiolowymi, aminowymi i amidoksymowymi), umożliwiającymi konkurencyjne wiązanie jonów metali nawet w obecności współwystępujących zanieczyszczeń. Projekt zakłada również opracowanie inteligentnych sorbentów reagujących na bodźce środowiskowe, takie jak pH, temperatura i siła jonowa, co pozwoli na dynamiczną regulację właściwości sorpcyjnych, kontrolowaną regenerację materiałów oraz wydłużenie ich czasu użytkowania. Dodatkowym założeniem projektu będzie wdrożenie zrównoważonej i ekonomicznie uzasadnionej strategii syntezy, opartej na wykorzystaniu popiołu lotnego jako alternatywnego źródła ditlenku krzemu, wpisującej się w model gospodarki o obiegu zamkniętym. Zależności pomiędzy strukturą porowatą, chemią powierzchni a efektywnością i selektywnością sorpcji jonów metali zostaną określone z wykorzystaniem komplementarnych technik charakteryzacyjnych, obejmujących analizę powierzchni właściwej (BET), mikroskopię TEM, niskokątowe rozpraszanie promieniowania rentgenowskiego (SAXS), spektroskopię fotoelektronów (XPS), spektroskopię Ramana oraz oznaczanie stężenia jonów metali metodą absorpcji atomowej (AAS).

and Ni^{2+} , as well as other toxic and transition metal ions. SBA-15 will serve as the reference material, while the key innovation of the project will be the use of structures with three-dimensional or hierarchical pore architectures (SBA-16, KIT-6, FDU-1, DFNS, and WMS), which are expected to provide improved mass transport, enhanced accessibility of sorption sites, and increased sorption capacity under conditions of variable water composition. Sorption selectivity and efficiency will be achieved through controlled functionalization of the pore surfaces with selected chemical groups (carboxyl, phosphate, thiol, amine, and amidoxime), enabling competitive binding of metal ions even in the presence of coexisting contaminants. The project also envisions the development of intelligent sorbents responsive to environmental stimuli, such as pH, temperature, and ionic strength, allowing for dynamic tuning of sorption properties, controlled regeneration, and extended material lifetime. An additional objective of the project will be the implementation of a sustainable and economically justified synthesis strategy based on the use of fly ash as an alternative source of silica, consistent with the circular economy concept. The relationships between pore structure, surface chemistry, and the efficiency and selectivity of metal ion sorption will be determined using complementary characterization techniques, including specific surface area analysis (BET), transmission electron microscopy (TEM), small-angle X-ray scattering (SAXS), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), Raman spectroscopy, and atomic absorption spectroscopy (AAS).

Planowany wkład w rozwój dyscypliny

Planowany projekt wnieśli istotny wkład w inżynierię materiałową poprzez opracowanie nowej klasy funkcjonalnych mezoporowatych nanomateriałów krzemionkowych o kontrolowanej

Planned contribution to the development of the discipline

The planned project will contribute to materials engineering through the development of a new class of functional mesoporous silica nanomaterials





architekturze porów i precyzyjnie modyfikowanej chemii powierzchni. Kluczową nowością będzie systematyczne powiązanie trójwymiarowych i hierarchicznych struktur porowych (SBA-16, KIT-6, FDU-1, DFNS, WMS) z transportem masy, dostępnością centrów aktywnych oraz selektywnym wychwytem jonów metali ciężkich (Co^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+}). Projekt rozwine koncepcję materiałów inteligentnych poprzez zaprojektowanie sorbentów reagujących na bodźce środowiskowe, umożliwiających dynamiczną regulację właściwości funkcjonalnych i kontrolowaną regenerację. Istotnym aspektem inżynierskim będzie również wdrożenie zrównoważonej strategii syntezy z wykorzystaniem popiołu lotnego jako alternatywnego źródła krzemionki. Uzyskane zależności struktura–chemia powierzchni–właściwości sorpcyjne dostarczą uniwersalnych zasad projektowania zaawansowanych materiałów porowatych.

with controlled pore architecture and precisely tailored surface chemistry. A key advancement will be the systematic correlation of three-dimensional and hierarchical pore structures (SBA-16, KIT-6, FDU-1, DFNS, WMS) with mass transport, accessibility of active sites, and selective capture of heavy metal ions (Co^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+}). The project will advance smart material design by introducing stimuli-responsive sorbents enabling dynamic control of functional properties and controlled regeneration. Additionally, the implementation of a sustainable synthesis strategy based on fly ash as an alternative silica source will expand materials engineering approaches to waste-derived functional materials. The resulting structure–surface chemistry–property relationships will provide general design principles for advanced porous sorbents.

Opis wymagań – wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne kandydata

Wiedza: znajomość inżynierii materiałowej, fizykochemii materiałów porowatych oraz metod charakteryzacji nanomateriałów. Umiejętności: potrafi projektować, syntezować i funkcjonalizować materiały porowate lub chciałby poznać tajniki procesu syntezy; zna podstawy analizy właściwości sorpcyjnych, łatwo przyswaja nowe techniki i potrafi stosować zrównoważone metody syntezy. Kompetencje społeczne: umiejętność pracy w zespole, efektywnej komunikacji wyników badań oraz współpracy w środowisku interdyscyplinarnym.

Description of requirements – knowledge, skills and social competences of the candidate

Knowledge: familiarity with materials engineering, physico-chemistry of porous materials, and characterization methods for nanomaterials. Skills: able to design, synthesize, and functionalize porous materials, or willing to learn the details of the synthesis process; familiar with basic analysis of sorption properties, quick to learn new techniques, and capable of applying sustainable synthesis methods. Social competencies: ability to work in a team, communicate research results effectively, and collaborate in an interdisciplinary environment.



<p>Inżynieria materiałowa temat nr 2</p>	<p>Material engineering topic No. 2</p>
<p>Projektowanie zaawansowanych nanofungicydów: Strategiczne działanie w zwalczaniu grzybów pasożytniczych na roślinach uprawnych poprzez synergię cząsteczek biologicznie aktywnych z nośnikami organicznymi i/lub nieorganicznymi</p>	<p>Design of advanced nanofungicides: A strategic approach to combating phytopathogenic fungi by synergy effect of biologically active molecules with organic and/or inorganic carriers</p>
<p>PhD supervisor: dr hab. Mateusz Dulski, prof. UŚ</p>	
<p>Krótką charakterystyka założeń i celów badawczych Celem projektu będzie opracowanie nowoczesnych, przyjaznych środowisku nanofungicydów o wielkości około 100 nm, wykorzystujących dwa komplementarne podejścia – kapsułkowanie substancji aktywnych w lipidowych nośnikach (DPPC, DMPC) stabilizowanych polisacharydami, alkoholami cukrowymi, cholesterolem i surfaktantami oraz zastosowanie mezoporowatych nośników krzemionkowych (SBA-15, SBA-16, KIT-5, KIT-6) o dużej powierzchni, regulowanej średnicy porów i możliwościach funkcjonalizacji, umożliwiających adsorpcję i kontrolowane uwalnianie fungicydów. Projekt ma na celu zwiększenie rozpuszczalności, stabilności i biodostępności substancji aktywnych oraz precyzyjne i stopniowe ich uwalnianie, co ograniczy przedwczesny rozkład, zminimalizuje wpływ na środowisko i poprawi efektywność biologiczną. Dodatkowo nanostruktury mają poprawić przyczepność do liści, zapewnić dłuższe działanie ochronne i ograniczyć niepożądane uwalnianie do gleby i wody, zwiększając tym samym selektywność i skuteczność działania nanofungicydów.</p>	<p>Brief description of research assumptions and goals The objective of the project will be to develop modern, environmentally friendly nanofungicides with a size of approximately 100 nm, using two complementary approaches – encapsulation of active substances in lipid carriers (DPPC, DMPC) stabilized with polysaccharides, sugar alcohols, cholesterol, and surfactants, and the use of mesoporous silica carriers (SBA-15, SBA-16, KIT-5, KIT-6) with high surface area, tunable pore size, and functionalization capabilities, allowing adsorption and controlled release of fungicides. The project aims to enhance the solubility, stability, and bioavailability of active substances, enabling their precise and gradual release. This approach reduces premature degradation, minimizes environmental impact, and enhances biological efficacy. Additionally, the nanostructures are expected to enhance leaf adhesion, provide prolonged protective activity, and limit the unwanted release of nanofungicides into soil and water, thereby increasing their selectivity and effectiveness.</p>
<p>Planowany wkład w rozwój dyscypliny Projekt wnosi istotny wkład w rozwój inżynierii materiałowej poprzez zaprojektowanie, syntezę i kompleksową charakterystykę zaawansowanych</p>	<p>Planned contribution to the development of the discipline The project makes a significant contribution to the advancement of materials engineering by</p>



nośników lipidowych o kontrolowanej wielkości około 100 nm oraz nanostruktur porowatych (SBA-15, SBA-16, KIT-5, KIT-6) o trójwymiarowej lub hierarchicznej architekturze porów oraz precyzyjnie funkcjonalizowanej powierzchni, umożliwiającej selektywne i kontrolowane uwalnianie substancji aktywnych umieszczonych na takich nośnikach. Opracowane materiały mają poprawioną biodostępność i stabilność, a ich właściwości można modulować w odpowiedzi na zmiany pH, temperatury czy siły jonowej, co pozwoli na tworzenie inteligentnych systemów nanostrukturalnych. Ponadto projekt wprowadza innowacyjne i zrównoważone strategie syntezy, w tym wykorzystanie popiołu lotnego jako alternatywnego źródła krzemionki, łącząc wysokowartościowe zastosowania funkcjonalne z ekologiczną i ekonomicznie uzasadnioną produkcją materiałów. Uzyskane zależności pomiędzy parametrami fizykochemicznymi powierzchni a właściwościami sorpcyjnymi i uwalniania aktywnych substancji dostarczą nowych, uniwersalnych zasad projektowania materiałów porowatych o kontrolowanej selektywności i funkcjonalności.

designing, synthesizing, and comprehensively characterizing advanced lipid carriers with controlled sizes of approximately 100 nm, as well as porous nanostructures (SBA-15, SBA-16, KIT-5, KIT-6) with three-dimensional or hierarchical pore architectures and precisely functionalized surfaces, enabling selective and controlled release of active substances loaded onto these carriers. The developed materials exhibit improved bioavailability and stability, and their properties can be modulated in response to changes in pH, temperature, or ionic strength, allowing the creation of smart nanoscale systems. Moreover, the project introduces innovative and sustainable synthesis strategies, including the use of fly ash as an alternative silica source, combining high-value functional applications with environmentally friendly and economically justified material production. The resulting correlations between surface physicochemical parameters and the sorption and release behavior of active substances will provide new, generalizable principles for designing porous materials with controlled selectivity and functionality.

Opis wymagań – wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne kandydata

Wiedza: znajomość inżynierii materiałowej, chemii nanomateriałów porowatych i lipidowych oraz metod syntezy i funkcjonalizacji nośników substancji aktywnych. Umiejętności: potrafi projektować i syntezywać nanostruktury porowate i lipidowe, zna lub szybko przyswoi metody funkcjonalizacji oraz techniki modulacji właściwości materiałów w odpowiedzi na czynniki środowiskowe; potrafi wdrażać zrównoważone metody syntezy. Kompetencje społeczne: umiejętność pracy w zespole interdyscyplinarnym, efektywnej komunikacji wyników badań oraz współpracy z jednostkami badawczymi i przemysłem.

Description of requirements – knowledge, skills and social competences of the candidate

Knowledge: familiarity with materials engineering, chemistry of porous and lipid nanomaterials, and methods for synthesis and functionalization of active substance carriers. Skills: able to design and synthesize porous and lipid nanostructures, familiar with or quickly able to learn functionalization methods and techniques for modulating material properties in response to environmental factors; capable of implementing sustainable synthesis methods. Social competencies: ability to work in an interdisciplinary team, communicate research results effectively, and collaborate with research units and industry.

