



Politechnika Łódzka

Instytut Technologii Polimerów i Barwników

Łódź, 05.02.2026 r.

Dr hab. inż. Marcin Masłowski, prof. Uczelni
Politechnika Łódzka
Wydział Chemiczny
Instytut Technologii Polimerów i Barwników
ul. Prof. Bohdana Stefanowskiego 16
90-537 Łódź

RECENZJA PRACY DOKTORSKIEJ

Pani mgr. Anastasii Kobylukh

zatytułowanej:

„Iron oxide/graphene hybrid materials as fillers of polymer composites with their random and ordered distribution”

Podstawa: uchwała Rady Naukowej Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych Polskiej Akademii Nauk z dnia 18 listopada 2025 r. oraz pismo Dyrektora Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN – Prof. dr hab. Barbary Trzebieckiej.

Podstawa prawna: zgodność z elementami uwzględniającymi art. 187 ustawy z dnia 18 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Cel i zakres rozprawy

Przedmiotem niniejszej recenzji jest rozprawa doktorska mgr. Anastasii Kobylukh, pt. „Iron oxide/graphene hybrid materials as fillers of polymer composites with their random and ordered distribution”, przedłożona w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne, wykonana w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych Polskiej Akademii Nauk w Zabrze pod kierunkiem dr hab. inż. Urszuli Szelugi, prof. CMPW PAN, złożona w roku 2025.

Głównym celem ocenianej rozprawy doktorskiej było opracowanie kompozytów o podstawie polimerowej, tj. polietylenu niskiej gęstości oraz żywicy epoksydowej, napełnianych magnetycznymi hybrydowymi nanomateriałami otrzymanymi poprzez zakotwiczenie nanocząstek tlenków żelaza (Fe_2O_3 i Fe_3O_4) na materiałach grafenowych o zróżnicowanej strukturze. Autorka przyjęła, że połączenie wysokiego przewodnictwa elektrycznego i

ul. Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź, budynek A8
tel. +48 42 631-32-10, e-mail: w3i33@adm.p.lodz.pl, www.polimbarw.p.lodz.pl
Adres do korespondencji:
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź



rozwiniętej powierzchni materiałów grafenowych z właściwościami magnetycznymi tlenków żelaza umożliwi uzyskanie efektu synergicznego, prowadzącego do poprawy parametrów użytkowych finalnych kompozytów polimerowych.

Zakres pracy obejmuje badania nad wpływem struktury materiału grafenowego, rodzaju tlenku żelaza oraz metody jego osadzania na morfologię, strukturę oraz właściwości hybrydowych nanonapełniaczy. W części eksperymentalnej zastosowano trzy różne strategie syntezy materiałów hybrydowych: współstrącanie tlenków żelaza(II) i (III), homogeniczne strącanie tlenku żelaza(III) oraz szczepienie superparamagnetycznych nanocząstek tlenku żelaza na powierzchniach grafenowych z wykorzystaniem związków silanowych. Tak zaprojektowane podejście umożliwiło świadome kształtowanie struktury oraz stopnia dyspersji nanocząstek magnetycznych na nośnikach węglowych.

Istotnym elementem pracy była szczegółowa charakterystyka otrzymanych hybrydowych materiałów grafenowych z wykorzystaniem nowoczesnych technik badawczych, obejmujących metody mikroskopowe (SEM, TEM), spektroskopowe (Raman, XPS), dyfrakcję rentgenowską oraz metody analizy termicznej. Pozwoliło to na kompleksową ocenę składu fazowego, stopnia uporządkowania strukturalnego oraz stabilności termicznej nanonapełniaczy.

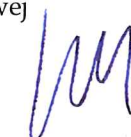
Drugi zasadniczy obszar badań dotyczył opracowania i wytwarzania kompozytów polimerowych z zastosowaniem uzyskanych hybrydowych napełniaczy, zarówno o losowej, jak i uporządkowanej dystrybucji w osnowie polimerowej. W tym kontekście szczególną uwagę poświęcono wykorzystaniu zewnętrznego pola magnetycznego na etapie formowania kompozytów, co umożliwiło częściowe ukierunkowanie napełniaczy i ocenę wpływu tego zabiegu na morfologię oraz właściwości końcowe materiałów. Zakres badań obejmował analizę właściwości elektrycznych, termicznych, mechanicznych oraz funkcjonalnych, w tym charakterystyk pirorezystywnych i zdolności absorpcji promieniowania gamma.

Sformułowana w rozprawie hipoteza badawcza zakłada, że struktura materiałów grafenowych oraz metoda depozycji nanocząstek tlenków żelaza istotnie wpływają na właściwości hybrydowych nanonapełniaczy, a następnie na parametry użytkowe kompozytów polimerowych. Ponadto przyjęto, że zarówno rodzaj i zawartość napełniacza, jak i zastosowanie pola magnetycznego podczas wytwarzania kompozytów determinują ich właściwości elektryczne, termiczne oraz zdolność ekranowania promieniowania elektromagnetycznego i jonizującego.

Podsumowując, cel i zakres rozprawy zostały sformułowane w sposób jednoznaczny, logiczny i spójny, a jednocześnie ambitny pod względem naukowym i aplikacyjnym. Zaproponowane badania obejmują pełny cykl projektowania materiałów – od syntezy hybrydowych napełniaczy, poprzez ich szczegółową charakterystykę, aż po ocenę właściwości i potencjału aplikacyjnego kompozytów polimerowych.

Ocena układu i struktury rozprawy

Rozprawa doktorska liczy 184 strony i została przygotowana w sposób staranny pod względem formalnym oraz edytorskim. Jej struktura jest przejrzysta, logiczna i odpowiada standardom rozpraw doktorskich z zakresu inżynierii materiałowej i nauk o materiałach. Tytuł pracy „Iron oxide/graphene hybrid materials as fillers of polymer composites with their random and ordered distribution” jest jednoznaczny, precyzyjny i w pełni oddaje zakres tematyczny rozprawy, wskazując zarówno na rodzaj badanych materiałów, jak i kluczowy aspekt ich losowej oraz uporządkowanej dystrybucji w osnowie polimerowej.



Po elementach wprowadzających (strony 1–12), obejmujących wykaz skrótów, abstrakt oraz streszczenie (także w języku polskim), rozprawa rozpoczyna się rozdziałem 1. Purpose and scientific challenges (strony 13–15), w którym w sposób zwięzły i klarowny przedstawiono cele pracy, główne wyzwania naukowe oraz hipotezy badawcze. Umieszczenie tego rozdziału na początku pracy należy uznać za właściwe i sprzyjające poprawnemu odbiorowi dalszych treści.

Część literaturowa została zawarta w rozdziale 2 – Literature part (strony 16–57) i charakteryzuje się rozbudowaną, lecz czytelną strukturą wewnętrzną. Rozdział ten podzielono na liczne podrozdziały dotyczące materiałów grafenowych, tlenków żelaza oraz kompozytów polimerowych, co umożliwi systematyczne wprowadzenie do problematyki pracy. Objętość tej części jest adekwatna do stopnia złożoności omawianych zagadnień i stanowi solidne zaplecze teoretyczne dla części eksperymentalnej.

Opis materiałów i metod badawczych zawarto w rozdziale 3 – Materials and methods (strony 58–78). Rozdział ten został podzielony na logiczne podsekcje obejmujące charakterystykę stosowanych materiałów, procedury syntezy hybrydowych napełniaczy oraz metody wytwarzania kompozytów polimerowych. Zastosowano szeroki zestaw technik badawczych, w tym m.in. SEM, TEM, XRD, spektroskopię Ramana i XPS, analizę DSC i TGA, a także pomiary właściwości elektrycznych i funkcjonalnych. Opis metod jest wystarczająco szczegółowy i umożliwia odtworzenie przeprowadzonych badań, co świadczy o poprawnie zaprojektowanej strukturze tej części pracy.

Najistotniejszą i najbardziej rozbudowaną częścią rozprawy jest rozdział 4 – Results and discussion (strony 79–142), który obejmuje ponad połowę objętości zasadniczej treści pracy. Taki rozkład objętości należy uznać za w pełni uzasadniony ze względu na szeroki zakres i interdyscyplinarny charakter badań. Rozdział ten został podzielony na liczne podrozdziały poświęcone kolejno charakterystyce hybrydowych napełniaczy oraz kompozytów polimerowych o różnych osnowach. Wyniki badań są prezentowane w sposób uporządkowany i bezpośrednio konfrontowane z danymi literaturowymi, co sprzyja klarowności przekazu i ułatwia analizę zależności pomiędzy strukturą materiałów, zawartością napełniacza oraz zastosowaniem pola magnetycznego a właściwościami końcowymi kompozytów.

Rozdział 6 – Conclusions (strony 143–147) zawiera syntetyczne i czytelne podsumowanie uzyskanych wyników, odniesione bezpośrednio do postawionych celów i hipotez badawczych. Wnioski zostały sformułowane jasno i logicznie, bez zbędnych powtórzeń treści wcześniejszych rozdziałów.

Rozprawa zawiera obszerny wykaz literatury (strony 148–170), obejmujący około 280–290 pozycji. Zdecydowana większość cytowanych prac to publikacje aktualne, pochodzące z renomowanych czasopism naukowych i ściśle związane z tematyką materiałów grafenowych, tlenków żelaza oraz kompozytów polimerowych. Dobór literatury należy uznać za trafny i świadczący o bardzo dobrej orientacji Autorki w stanie badań.

Całość pracy została uzupełniona o wykazy rysunków i tabel (strony 174–179) oraz zestawienie dorobku naukowego Autorki (strony 180–184), co dodatkowo porządkuje strukturę rozprawy.

Podsumowując, układ i struktura rozprawy doktorskiej są logiczne, spójne i konsekwentnie zrealizowane. Objętość poszczególnych rozdziałów pozostaje w odpowiednich proporcjach, a zaproponowany podział treści sprzyja czytelności i jednoznacznemu przedstawieniu wyników szeroko zakrojonych badań własnych.

Opis merytoryczny rozprawy

Ocena przeglądu literatury

Część literaturowa rozprawy, zawarta w rozdziale 2 (Literature part), została opracowana w sposób bardzo staranny i kompleksowy, stanowiąc solidne zaplecze teoretyczne dla zaplanowanych i zrealizowanych badań własnych. Autorka dokonała szerokiego i pogłębionego przeglądu aktualnego stanu wiedzy w zakresie materiałów grafenowych, nanocząstek tlenków żelaza oraz hybrydowych układów grafen–tlenki metali, ze szczególnym uwzględnieniem ich zastosowania jako funkcjonalnych napełniaczy kompozytów polimerowych. Zakres cytowanej literatury obejmuje zarówno prace fundamentalne, które ukształtowały współczesne rozumienie właściwości grafenu i jego pochodnych, jak i liczne publikacje najnowsze, co świadczy o bardzo dobrej orientacji Autorki w aktualnych trendach badawczych.

W pierwszej części przeglądu literatury szczegółowo omówiono strukturę, właściwości oraz metody otrzymywania różnych materiałów grafenowych, takich jak tlenek grafenu, zredukowany tlenek grafenu, nanopłatki grafenowe oraz wielościenne nanorurki węglowe. Autorka trafnie wskazuje na istotne różnice strukturalne i chemiczne pomiędzy poszczególnymi formami grafenu oraz ich konsekwencje dla właściwości elektrycznych, termicznych i powierzchniowych. Szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom związanym z obecnością grup funkcyjnych, stopniem uporządkowania strukturalnego oraz tendencją do aglomeracji, co ma kluczowe znaczenie z punktu widzenia zastosowań grafenu jako napełniacza w kompozytach polimerowych.

Kolejnym istotnym elementem przeglądu literatury jest obszerna charakterystyka nanocząstek tlenków żelaza, obejmująca ich strukturę krystaliczną, właściwości magnetyczne oraz metody syntezy i modyfikacji powierzchni. Autorka w sposób uporządkowany omawia czynniki wpływające na morfologię, rozmiar oraz właściwości magnetyczne nanocząstek Fe_2O_3 i Fe_3O_4 , podkreślając znaczenie parametrów syntezy oraz środowiska reakcji. Przedstawione rozważania stanowią istotne wprowadzenie do dalszej części pracy, w której analizowany jest wpływ rodzaju tlenku żelaza i metody jego osadzania na strukturę i właściwości hybrydowych napełniaczy grafenowych.

Na szczególne podkreślenie zasługuje rozdział poświęcony hybrydowym materiałom grafen–tlenki żelaza, w którym Autorka nie tylko przedstawia różne podejścia do syntezy tego typu układów, lecz także podejmuje próbę ich klasyfikacji i systematyzacji w oparciu o rodzaj oddziaływań pomiędzy składnikami hybrydy. Wskazanie różnic pomiędzy materiałami hybrydyzowanymi strukturalnie, chemicznie oraz funkcjonalnie świadczy o umiejętności syntetycznego ujęcia złożonych zagadnień oraz o dojrzałości naukowej Autorki. Przegląd ten jednoznacznie uzasadnia zasadność dalszych badań nad kontrolowaną depozycją nanocząstek tlenków żelaza na powierzchniach materiałów grafenowych.

W dalszej części przeglądu literatury omówiono zagadnienia związane z kompozytami polimerowymi, w tym klasyfikację materiałów kompozytowych oraz charakterystykę kompozytów na podstawie żywic epoksydowych i polietylenu. Autorka trafnie identyfikuje kluczowe wyzwania związane z dyspersją nanonapełniaczy, oddziaływaniami na granicy faz oraz wpływem struktury napełniacza na właściwości elektryczne, mechaniczne i termiczne kompozytów. Szczególnie wartościowe jest odniesienie do prac dotyczących kompozytów z hybrydowymi napełniaczami grafen–tlenki metali, które bezpośrednio korespondują z tematyką badań własnych.

Istotnym uzupełnieniem przeglądu literatury jest omówienie wybranych metod charakteryzacji materiałów grafenowych i kompozytów polimerowych, obejmujące techniki spektroskopowe, mikroskopowe oraz dyfrakcyjne. Przedstawienie zasad tych metod oraz zakresu uzyskiwanych informacji pozwala na lepsze zrozumienie dalszych analiz eksperymentalnych i potwierdza zasadność doboru narzędzi badawczych.

Podsumowując, część literaturowa rozprawy została przygotowana na bardzo wysokim poziomie merytorycznym i stanowi spójne, aktualne oraz krytyczne opracowanie stanu wiedzy. Przegląd literatury nie tylko wprowadza czytelnika w tematykę pracy, lecz także w sposób jednoznaczny uzasadnia cele i zakres badań własnych. Świadczy to o bardzo dobrej znajomości tematu przez Autorkę oraz o jej zdolności do analitycznego i syntetycznego podejścia do złożonych zagadnień z zakresu nauki o materiałach i inżynierii materiałowej.

Ocena części badawczej i wyników badań

Zasadnicza część rozprawy doktorskiej, obejmująca syntezę hybrydowych materiałów grafen-tlenki żelaza, opracowanie kompozytów polimerowych oraz szczegółową analizę ich struktury i właściwości, stanowi najbardziej wartościowy i oryginalny element ocenianej pracy. Zakres przeprowadzonych badań jest bardzo szeroki i obejmuje pełny cykl projektowania materiałów funkcjonalnych – od doboru komponentów i metod syntezy, poprzez wieloaspektową charakterystykę nanonapełniaczy, aż po ocenę właściwości użytkowych kompozytów o losowej i uporządkowanej dystrybucji napełniacza.

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że Autorka nie ograniczyła się do jednego rodzaju materiału grafenowego czy jednego wariantu tlenku żelaza, lecz zaprojektowała badania w sposób umożliwiający analizę wpływu struktury nośnika węglowego, metody depozycji nanocząstek magnetycznych oraz ich składu fazowego na właściwości hybrydowych napełniaczy. Zastosowanie trzech różnych strategii syntezy (współstrącanie, homogeniczne strącanie oraz szczepienie nanocząstek z użyciem związków silanowych) pozwoliło na świadome kształtowanie morfologii i stopnia dyspersji tlenków żelaza na powierzchniach grafenowych, co znajduje bezpośrednie odzwierciedlenie w uzyskanych wynikach badań.

Charakterystyka otrzymanych hybrydowych materiałów grafenowych została przeprowadzona z wykorzystaniem szerokiego zestawu nowoczesnych technik badawczych, takich jak SEM, TEM, XRD, spektroskopia Ramana i XPS oraz analiza termiczna. Wyniki te zostały zaprezentowane w sposób uporządkowany i wzajemnie się uzupełniają, umożliwiając jednoznaczne potwierdzenie skutecznej depozycji nanocząstek tlenków żelaza oraz ocenę ich rozmieszczenia, składu fazowego i oddziaływań z podłożem węglowym. Autorka wykazuje się bardzo dobrą znajomością stosowanych metod badawczych oraz umiejętnością właściwej interpretacji uzyskanych danych, często odnosząc wyniki do doniesień literaturowych.

Kolejnym istotnym elementem pracy są badania nad kompozytami polimerowymi na osnowie polietylenu niskiej gęstości oraz żywicy epoksydowej. W obu przypadkach Autorka zaprojektowała i przeprowadziła badania w sposób kompleksowy, analizując wpływ rodzaju i zawartości hybrydowego napełniacza oraz zastosowania zewnętrznego pola magnetycznego na morfologię, właściwości elektryczne, termiczne oraz wybrane właściwości funkcjonalne kompozytów. Szczególnie interesujące i wartościowe poznawczo są badania dotyczące kompozytów o uporządkowanej dystrybucji napełniacza, które jednoznacznie pokazują, że nawet stosunkowo słabe pole magnetyczne może prowadzić do istotnych zmian strukturalnych i funkcjonalnych materiału.

Wyniki badań kompozytów polietylenowych wskazują na możliwość zastosowania opracowanych materiałów jako czujników pirorezystywnych, natomiast badania kompozytów epoksydowych wyraźnie podkreślają potencjał tych materiałów w zakresie ekranowania promieniowania elektromagnetycznego oraz jonizującego. Na uwagę zasługuje fakt, że Autorka konsekwentnie analizuje zależności pomiędzy strukturą napełniacza, jego dyspersją w osnowie polimerowej a właściwościami końcowymi kompozytów, co świadczy o bardzo dobrym zrozumieniu badanych układów.

Całość wyników została zaprezentowana w sposób czytelny, z wykorzystaniem licznych rysunków i tabel, a opis wyników jest zazwyczaj jasny i logiczny. Rozdział Results and discussion ma charakter analityczny i w wielu miejscach wykracza poza prosty opis danych eksperymentalnych, co należy ocenić bardzo pozytywnie.

Uwagi krytyczne i zagadnienia do dyskusji

Pomimo bardzo wysokiej oceny merytorycznej rozprawy oraz pełnej realizacji postawionych celów badawczych, recenzent formułuje poniżej kilka uwag i zagadnień do dyskusji, które mają charakter porządkujący i uzupełniający oraz nie wpływają na ogólną, bardzo pozytywną ocenę pracy:

1. Struktura narracji wyników – brak wyraźnie wyodrębnionych syntetycznych podsumowań cząstkowych

W rozprawie nie zastosowano wyraźnie wydzielonych, syntetycznych podsumowań po kluczowych etapach badań, takich jak:

- charakterystyka hybrydowych napełniaczy grafen–tlenki żelaza,
- badania kompozytów na osnowie polietylenu niskiej gęstości,
- badania kompozytów na osnowie żywicy epoksydowej.

Choć w poszczególnych podrozdziałach pojawiają się fragmenty o charakterze podsumowującym, ich jednoznaczne wyodrębnienie w formie krótkich, syntetycznych podsumowań cząstkowych mogłoby dodatkowo uporządkować narrację oraz ułatwić czytelnikowi całościowe spojrzenie na uzyskane wyniki. Takie podsumowania, wskazujące najważniejsze wnioski oraz ich znaczenie dla kolejnych etapów badań, sprzyjałyby lepszemu zrozumieniu ciągu przyczynowo-skutkowego prowadzonych analiz.

2. Ograniczony zakres charakterystyki użytkowej materiałów

Część badawcza mogłaby zostać dodatkowo wzbogacona o bardziej użytkową charakterystykę opracowanych kompozytów, np.:

- Charakterystyka mechaniczna kompozytów

Uzupełnieniem przedstawionych badań, zwłaszcza w kontekście potencjalnych zastosowań opracowanych materiałów, mogłaby być podstawowa charakterystyka mechaniczna kompozytów. Nawet ograniczony zakres badań (np. próby rozciągania) pozwoliłby ocenić wpływ obecności hybrydowych napełniaczy grafen–tlenki żelaza oraz ich uporządkowania magnetycznego na właściwości mechaniczne i ewentualną anizotropię materiałów. Tego typu analiza mogłaby dodatkowo wzmocnić aplikacyjny wymiar pracy, nie będąc jednak konieczną do realizacji jej głównych celów badawczych.

- Charakterystyka starzeniowa kompozytów

W kontekście potencjalnych zastosowań opracowanych kompozytów interesującym kierunkiem dalszych badań mogłaby być analiza wpływu procesów starzeniowych (np. termicznych lub środowiskowych) na stabilność ich właściwości. Choć zarówno

polietylen niskiej gęstości, jak i żywice epoksydowe należą do materiałów relatywnie odpornych na degradację, obecność hybrydowych napełniaczy grafen-tlenki żelaza może modyfikować mechanizmy procesów utleniania i relaksacji strukturalnej. Badania starzeniowe mogłyby dostarczyć dodatkowych informacji dotyczących trwałości właściwości elektrycznych i funkcjonalnych kompozytów, szczególnie w przypadku materiałów o uporządkowanej dystrybucji napełniacza, co stanowiłoby wartościowe uzupełnienie przedstawionych wyników.

Tego typu badania nie są konieczne do potwierdzenia hipotez pracy, jednak mogłyby dodatkowo wzmocnić jej aplikacyjny charakter.

3. Zastosowania i odniesienie do materiałów komercyjnych

Interesującym uzupełnieniem pracy byłoby szersze odniesienie otrzymanych materiałów do istniejących rozwiązań komercyjnych lub półkomercyjnych, np.:

- materiałów stosowanych obecnie do ekranowania EMI,
- dostępnych na rynku napełniaczy przewodzących lub magnetycznych.

Nawet jakościowe porównanie parametrów mogłoby stanowić ciekawy punkt wyjścia do dalszych badań aplikacyjnych.

4. Dobór układów napełniacz-osnowa polimerowa – zagadnienie do dyskusji

W rozprawie zastosowano odmienne układy hybrydowych napełniaczy w zależności od rodzaju osnowy polimerowej. W przypadku kompozytów na osnowie żywicy epoksydowej badaniom poddano układy oparte na nanopłatkach grafenowych dekorowanych tlenkami żelaza ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{GNP}$ oraz $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{GNP}$), natomiast w przypadku kompozytów na osnowie polietylenu niskiej gęstości wykorzystano układ $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{MWCNT}$.

Taki dobór systemów jest zrozumiały z punktu widzenia różnic reologicznych, przetwórczych i strukturalnych obu osnow polimerowych, jednak w rozprawie nie został on jednoznacznie omówiony na poziomie koncepcji badawczej. Interesującym elementem dyskusji byłoby doprecyzowanie, czy decyzja ta wynikała przede wszystkim z uwarunkowań technologicznych i przetwórczych, różnic w mechanizmach dyspersji i orientacji napełniaczy w obu osnowach, czy też z chęci maksymalizacji określonych właściwości funkcjonalnych kompozytów.

Wyjaśnienie tej kwestii pozwoliłoby na pełniejsze zrozumienie logiki projektowania badań oraz ułatwiłoby ocenę możliwości przeniesienia zaproponowanych rozwiązań na inne układy materiałowe.

5. Wpływ natężenia pola magnetycznego – zagadnienie do dyskusji

Interesującym zagadnieniem, które mogłoby stanowić punkt wyjścia do dalszych badań, jest wpływ wartości natężenia zewnętrznego pola magnetycznego stosowanego podczas formowania kompozytów na stopień uporządkowania hybrydowych napełniaczy oraz właściwości końcowe materiałów.

W rozprawie zastosowano jedno, stałe pole magnetyczne o indukcji około 0,5 T (co wymagałoby krótkiego uzasadnienia), które okazało się wystarczające do uzyskania wyraźnych efektów strukturalnych i funkcjonalnych. Naturalnym kierunkiem rozszerzenia przedstawionych badań byłyby analiza wpływu różnych wartości indukcji pola magnetycznego na morfologię, anizotropię oraz właściwości elektryczne i funkcjonalne kompozytów.

Tego typu badania pozwoliłyby na głębsze zrozumienie mechanizmów uporządkowania magnetycznego napełniaczy oraz określenie potencjalnych granic i możliwości dalszej optymalizacji procesu. Należy jednak podkreślić, że zagadnienie to wykracza poza zakres celów

niniejszej rozprawy, a uzyskane wyniki należy traktować jako udany dowód koncepcji, jednoznacznie potwierdzający skuteczność zastosowanego podejścia.

6. Uwagi edycyjne i stylistyczne

W tekście rozprawy można znaleźć nieliczne drobne uchybienia edycyjne i stylistyczne: dzielenie wyrazów i niekonsekwentne odstępy, nieliczne drobne niekonsekwencje w zapisie odwołań do rysunków i tabel, sporadyczne powtórzenia sformułowań w części „Results and discussion”, drobne usterki interpunkcyjne i stylistyczne, które jednak nie wpływają na merytoryczny odbiór pracy. Ich korekta mogłaby jedynie poprawić płynność narracji. Jakość rysunków i tabel należy ocenić jako dobrą i wystarczającą do poprawnej interpretacji wyników, choć w pojedynczych przypadkach można by rozważyć: nieco większy kontrast oznaczeń, ujednolicenie wielkości czcionek w podpisach.

Ocena końcowa części badawczej

Podsumowując, część badawcza rozprawy doktorskiej mgr. Anastasii Kobylukh prezentuje bardzo wysoki poziom naukowy i świadczy o dużym nakładzie pracy eksperymentalnej oraz dojrzałości badawczej Autorki. Praca została zaplanowana i zrealizowana w sposób przemyślany, a uzyskane wyniki mają zarówno istotną wartość poznawczą, jak i wyraźny potencjał aplikacyjny. Zgłoszone uwagi mają charakter uzupełniający i dyskusyjny, w żaden sposób nie obniżają bardzo wysokiej oceny rozprawy jako całości.

Ocena końcowa rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr. Anastasii Kobylukh pt.: „Iron oxide/graphene hybrid materials as fillers of polymer composites with their random and ordered distribution” stanowi oryginalne i wartościowe opracowanie naukowe z zakresu nauk chemicznych, obejmujące zagadnienia chemii materiałów funkcjonalnych, nanomateriałów oraz chemii polimerów. Praca podejmuje aktualną i istotną problematykę dotyczącą projektowania hybrydowych nanonapełniaczy oraz kompozytów polimerowych o kontrolowanej strukturze i właściwościach, wpisując się w światowe trendy badań nad nowoczesnymi materiałami wielofunkcyjnymi.

Przedstawione w rozprawie cele zostały jasno sformułowane i w pełni zrealizowane. Autorka wykazała się bardzo dobrą znajomością stanu wiedzy, umiejętnością krytycznej analizy literatury oraz dojrzałością w planowaniu i prowadzeniu badań eksperymentalnych. Zakres przeprowadzonych prac jest szeroki i obejmuje zarówno syntezę oraz charakterystykę hybrydowych materiałów grafen-tlenki żelaza, jak i kompleksowe badania kompozytów polimerowych o losowej i uporządkowanej dystrybucji napełniacza.

Na szczególne podkreślenie zasługuje interdyscyplinarny charakter rozprawy, łączący zagadnienia z obszaru chemii materiałów, nanotechnologii oraz inżynierii polimerów, a także umiejętne wykorzystanie zewnętrznego pola magnetycznego do kształtowania struktury kompozytów. Uzyskane wyniki mają wyraźną wartość poznawczą i aplikacyjną, a zaproponowane rozwiązania mogą stanowić podstawę do dalszych badań oraz potencjalnych wdrożeń.

Rozprawa została przygotowana starannie pod względem merytorycznym i formalnym. Układ pracy jest logiczny, a sposób prezentacji wyników – czytelny i przejrzysty. Autorka poprawnie interpretuje uzyskane dane i potrafi je odnieść do doniesień literaturowych. Zgłoszone w recenzji uwagi mają charakter uzupełniający i dyskusyjny, w żaden sposób nie wpływają na bardzo wysoką ocenę całości pracy.

Wniosek o dopuszczenie do obrony

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. Anastasii Kobyliukh spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne, określone w ustawie z dnia 18 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Praca stanowi samodzielne rozwiązanie istotnego problemu naukowego, potwierdza wysokie kompetencje badawcze Autorki oraz jej zdolność do prowadzenia badań naukowych.

W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie mgr. Anastasii Kobyliukh do dalszych etapów przewodu doktorskiego i do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej

Biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom merytoryczny rozprawy doktorskiej mgr. Anastasii Kobyliukh, oryginalność podjętej tematyki, szeroki i ambitny zakres przeprowadzonych badań oraz ich interdyscyplinarny charakter, wnioskuję o wyróżnienie ocenianej rozprawy doktorskiej.

Na szczególne podkreślenie zasługuje nie tylko jakość samej rozprawy, lecz również dorobek naukowy Autorki, który można uznać za wyraźnie wyróżniający na etapie przygotowania pracy doktorskiej. Dorobek ten obejmuje współautorstwo kilkunastu publikacji naukowych, w tym artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach międzynarodowych z zakresu nauk o materiałach, chemii i inżynierii materiałowej, a także aktywny udział w licznych konferencjach krajowych i międzynarodowych, gdzie prezentowane były wyniki badań związanych bezpośrednio z tematyką rozprawy.

Autorka wykazała się ponadto znacznym zaangażowaniem w działalność badawczą realizowaną na różnych płaszczyznach, uczestnicząc w pracach zespołów badawczych oraz projektach naukowych prowadzonych w jednostce macierzystej. Zakres jej aktywności obejmował zarówno prowadzenie badań eksperymentalnych, opracowanie i interpretację wyników, jak i współtworzenie publikacji naukowych, co świadczy o wysokim stopniu samodzielności badawczej.

Wysoki poziom rozprawy, znaczny nakład pracy eksperymentalnej, bardzo dobra znajomość nowoczesnych technik badawczych oraz konsekwentnie budowany dorobek publikacyjny potwierdzają dojrzałość naukową Autorki i jej predyspozycje do samodzielnej pracy badawczej. Powyższe argumenty, w opinii recenzenta, jednoznacznie uzasadniają zasadność wyróżnienia rozprawy doktorskiej mgr. Anastasii Kobyliukh.

Z poważaniem,
dr hab. inż. Marcin Masłowski, prof. Uczelni
Instytut Technologii Polimerów i Barwników
Wydział Chemiczny PŁ

