

Prof. dr hab. inż. Katarzyna Braszczyńska-Malik
Politechnika Częstochowska
Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów
Katedra Inżynierii Materiałowej
Al. Armii Krajowej 19
42-200 Częstochowa

Częstochowa, 11.09.2024

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Przemysława Suheckiego pt. „**Synteza i właściwości kompozytów o osnowie geopolimerowej**”

wykonana dla Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa
Politechniki Warszawskiej

(zgonie z pismem Z-cy Przewodniczącej RDN IM PW z dnia 31.07.2024)

Analiza przedmiotu rozprawy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Przemysława Suheckiego, której promotorem jest Pani prof. dr hab. inż. Małgorzata Lewandowska, dotyczy zgodnie z tematem analiz możliwości wytworzenia kompozytów na osnowie geopolimerowej oraz badań ich podstawowych właściwości materiałowych w kontekście późniejszych zastosowań. Należy pokreślić, że zarówno tematyka jak i zakres przedłożonej rozprawy zawierają się niewątpliwie w dyscyplinie *inżynieria materiałowa*. Stosunkowo szeroki zakres badawczy przyjęty przez Doktoranta podyktowany został dwoma głównymi celami pracy, którymi było (cyt.): „*opracowanie warunków syntezy geopolimeru o wysokim stosunku Si:Al (powyżej 15) nadającego się na osnowę kompozytu*” oraz „*wytworzenie kompozytów o osnowie geopolimerowej o właściwościach mechanicznych i cieplnych konkurencyjnych dla kompozytów polimerowych*”. Konsekwencją realizacji obu powyższych celów było poszukiwanie nowych rozwiązań materiałowych w aspekcie zarówno samej osnowy kompozytów jak i różnych materiałów złożonych, które pozwoliło na uzyskanie szerokiej gamy nowych danych materiałowych nowoczesnych materiałów inżynierskich, mogących w przyszłości stanowić konkurencję do obecnie istniejących w obiegu gospodarczym. Na tle aktualnych kierunków rozwoju materiałów inżynierskich zarówno tematykę jak i szeroki oraz logiczny zakres recenzowanej pracy oceniam bardzo dobrze.

Ocena merytoryczna rozprawy

Rozprawa doktorska została przedstawiona w postaci 125-stronicowego opracowania pisemnego, zawierającego streszczenia w języku polskim i angielskim,

część literaturową oraz badawczą. Układ pracy jest poprawny, czytelny i nie budzi zastrzeżeń, podobnie jak użyty język oraz stosowana terminologia. Drobne, pojedyncze błędy drukarskie czy językowe nie umniejszają pozytywnego odbioru dysertacji jako całości. Liczne rysunki i tabele przedstawiono w sposób czytelny wraz z prawidłowymi opisami i odniesieniami w treści rozprawy.

Przegląd danych literaturowych oraz ich analizę przeprowadzono w oparciu o 127 adekwatnych do tematyki pracy pozycji literaturowych, odpowiednio i rzetelnie zacytowanych, za wyjątkiem 10 stron internetowych, które powinny posiadać pełniejsze dane niż tylko adres URL (w tym dwie pozycje [61] i [74] są błędne). Pozostałą, zdecydowanie największą, część pozycji literaturowych stanowią aktualne artykuły naukowe oraz kilka książek. Część literaturowa składa się z zagadnień odpowiednio wprowadzających w przyjętą koncepcję badawczą i opisuje w poszczególnych rozdziałach główne polimery organiczne i nieorganiczne, geopolimery wraz z ich budową, głównymi metodami wytwarzania, właściwościami i kierunkami zastosowań oraz w celach porównawczych żywice epoksydowe. Część tę kończy stosowne podsumowanie argumentujące podjęcie badań własnych w świetle przeglądu danych literaturowych. **Analiza tej części pracy oraz przedostatniego rozdziału rozprawy, w którym Autor podsumowuje wyniki badań własnych w odniesieniu do danych literaturowych jak i przedstawionego w rozdziale 5 poprawnego opisu metodyki badawczej pozwala na postawienie jednoznacznej konkluzji, że przedłożona rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Pana mgr. inż. Przemysława Suheckiego w dyscyplinie inżynieria materiałowa.**

Zacytowane na początku recenzji dwa główne cele postawione przez Doktoranta prowadzenia badań własnych zostały zrealizowane w oparciu o szeroki i logiczny zakres prac eksperymentalnych. Konsekwencją przyjętych celów były zarówno wnikliwe badania możliwości wytwarzania geopolimerów o wysokim stosunku Si:Al w aspekcie znalezienia najbardziej korzystnego materiału na osnovę kompozytu jak również prace eksperymentalne poświęcone wytwarzaniu i charakterystyce materiałów kompozytowych o osnowie wybranego geopolimeru. Na podkreślenie zasługuje więc nie tylko umiejętność prowadzenia badań materiałowych tworzyw inżynierskich ale również istotna umiejętność i wkład w prace eksperymentalne wytwarzania autorskich materiałów. Badania otrzymanych zarówno geopolimerów jak i kompozytów na ich osnowie przeprowadzono w oparciu o szeroką gamę technik badawczych, w tym test gotowania, analizy struktury i powierzchni (technikami stereoskopowymi, skaningowej mikroskopii elektronowej czy tomografii komputerowej) oraz badania różnych właściwości w tym mechanicznych jak i cieplnych (poprzez testy palności, stabilności cieplnej, mikrokalorymetrii PCFC, TGA czy przewodnictwa cieplnego). Na podkreślenie zasługuje dobrze zaplanowany zakres badawczy w kontekście także uzyskania wyników dających możliwość porównania głównych badanych cech materiałowych szerokiej gamy wytworzonych tworzyw zarówno między sobą jak i materiałem odniesienia. **Postawione cele i ich realizacja poprzez zastosowane adekwatne, różnorodne techniki eksperymentalne oraz właściwie przedstawione i zinterpretowane wyniki badań własnych jednoznacznie obrazują umiejętność Pana mgr. inż. Przemysława Suheckiego samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.**

Opracowanie warunków syntezy geopolimeru (w tym także dobór utwardzacza) oraz uzyskanie nowych kompozytów z różnorodnymi materiałami

zbrojenia jak i wykazanie ich cech materiałowych stanowią główne osiągnięcia rozprawy doktorskiej. Szerokie badania doboru utwardzacza jak i warunków utwardzania geopolimeru stanowią niewątpliwie autorskie dane materiałowe, podobnie jak wyniki otrzymane dla nowych, wytworzonych w pracy, materiałów kompozytowych z różnorodnym zbrojeniem (w tym różnych włókien bazaltowych oraz włókien lnianych, płatków bawełny czy granulatu szklanego). W tym miejscu należy podkreślić interesującą koncepcję badawczą doboru zbrojenia poprzez wytwarzanie kompozytów zawierających zbrojenie o odmiennej morfologii (włókna, cząstki) jak i należących do różnych grup (bazalt, szkło, len i bawełna), co w konsekwencji przyczyniło się do uzyskania dużej ilości autorskich wyników badań. Przeprowadzone prace eksperymentalne pozwoliły Autorowi nie tylko na uzyskanie charakterystyk wytworzonych materiałów ale także na wykazanie korzyści jakie mogą płynąć z założonych propozycji materiałowych. **Na podstawie zrealizowanych celów pracy oraz uzyskanych wyników można stwierdzić, że przedłożona rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego jakim jest poszukiwanie nowych propozycji materiałowych mogących stanowić konkurencje dla obecnie istniejących materiałów inżynierskich niwelując ich ograniczenia.** Ważnym elementem rozprawy jest potencjał aplikacyjny proponowanych rozwiązań, pomimo że ten aspekt pracy wymaga jeszcze, moim zdaniem, przeprowadzenia szczegółowej optymalizacji.

Pozytywnej oceny przedłożonej rozprawy, zarówno w kontekście aktualnej tematyki, osiągnięć poznawczych oraz potencjału aplikacyjnego nie zmienia fakt, że Autor nie ustrzegł się nielicznych uchybień, do których można zaliczyć:

- użyte na stronie 35 określenie „*niesamowity*” opisuje zbyt subiektywnie rzeczywistość i nazbyt przepełnione jest ładunkiem emocjonalnym, czego należy wystrzegać się w pracy naukowej,

- stwierdzenie zapisane na stronie 94 o „*niejednorodnym rozmieszczeniu włókien*” w konkretnych próbkach sformułowano bez pełnych wyników badań rozkładu komponentów, co dla materiałów kompozytowych jest wymagane (z uwagi jednak na główne cele oraz szeroki zakres całej pracy ten brak nie umniejsza pracy jako całości),

- z uwagi na specyfikę statycznej próby jednoosiowego ściskania opisy obrazów SEM przełomów w rozdz. 6.4.4. sugerujące mechanizm wyciągania włókien z osnowy uważam za nadinterpretację,

- na stronie 104 zamieszczono niejasny skrót myślowy o „*nieregularnej osnowie*”,

- na stronie 113 występuje błędne sformułowanie (cyt.) „... *materiał o odpowiednich właściwościach takich jak proces polimeryzacji ...*”,

- rozdział 8 powinien zostać inaczej zatytułowany (zawiera zbyt dużą ilość stwierdzeń w stosunku do sformułowań wynikających z procesu wnioskowania).

Przedstawione powyżej uwagi nie wpływają na podstawowe wartości merytoryczne recenzowanej rozprawy oraz ich pozytywną ocenę. Z uwagi natomiast na charakter już samej obrony rozprawy doktorskiej proszę o rozszerzenie dwóch elementów zawartych w pracy:

(i) W kontekście słusznej uwagi w ostatnim akapicie na stronie 36 dotyczącej problemów recyklingu żywic epoksydowych proszę o przedstawienie potencjalnych możliwości recyklingu geopolimerów oraz kompozytów na ich osnowach.

(ii) Proszę o wyjaśnienie dlaczego przeprowadzone w pracy badania właściwości mechanicznych dotyczyły jedynie statycznej próby jednoosiowego

ściskania? (Czy wynikało to tylko z przyjętego programu badawczego, czy z nieprzedstawionych problemów technologicznych lub cenowych ograniczających rozmiary wytwarzanych materiałów?).

Wnioski końcowe

Na podstawie przedstawionej powyżej recenzji pracy Pana mgr. inż. Przemysława Suheckiego stwierdzam jednoznacznie, że przedłożona rozprawa doktorska spełnia wszystkie wymagania określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami). Tym samym wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie do publicznej obrony rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Przemysława Suheckiego.

Krzysztof Winiarski - MAUK