



Politechnika Warszawska
Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii

dr hab. inż. Grzegorz Makomaski, prof. uczelni
Instytut Chemii
Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii
Politechnika Warszawska Filia w Płocku
ul. Łukasiewicza 17, 09-400 Płock

Płock, 4.02.2025 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Weroniki Kujawy

pt. **„Opracowanie nowego, wzmocnionego kompozytu cementowego kompatybilnego z panelami fotowoltaicznymi”**

pod kierunkiem dr hab. Ewy Olewnik-Kruszkowskiej, prof. UMK

1. Podstawa wykonania recenzji

Recenzja została sporządzona na prośbę Pani Dziekan Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu dr hab. Urszuli Kielkowskiej, prof. UMK.

2. Podstawowe informacje o rozprawie doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska zatytułowana „Opracowanie nowego, wzmocnionego kompozytu cementowego kompatybilnego z panelami fotowoltaicznymi” została wykonana przez Panią mgr inż. Weronikę Kujawę w Katedrze Chemii Fizycznej i Fizykochemii Polimerów na Wydziale Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, pod kierunkiem dr hab. Ewy Olewnik-Kruszkowskiej, prof. UMK. Należy zaznaczyć, iż praca doktorska została wykonana w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy”, jako projekt współfinansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Przedmiot rozprawy doktorskiej jest ściśle związany z działalnością firmy Selena Industrial Technologies Sp. z o.o.



3. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska wpisuje się we współczesne trendy poszukiwania innowacyjnych, trwałych i bezpiecznych dla środowiska materiałów budowlanych wykorzystywanych jako elementy konstrukcji szeroko rozumianych paneli fotowoltaicznych.

Głównym celem rozprawy doktorskiej było opracowanie lekkiego kompozytu cementowego, który mógłby być wykorzystany jako element fasad wentylowanych, zintegrowanych z panelami fotowoltaicznymi. W ramach rozprawy doktorskiej określono wpływ badanych reaktywnych pucolan, lekkich wypełniaczy oraz włókien bazaltowych, wollastonitowych, bazaltowo-wollastonitowych oraz polipropylenowych na wybrane właściwości kompozytów cementowych.

Rozprawa doktorska ma formułę klasycznej monografii napisanej w języku polskim. Obejmuje 162 strony maszynopisu i składa się z części teoretycznej i doświadczalnej. Ponadto, rozprawa zawiera wstęp, streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz skrótów i symboli, literaturę obejmującą 294 pozycje, spis rysunków i tabel oraz wykaz działalności naukowej, który jest bardzo imponujący. Rozprawa Pani mgr inż. Weroniki Kujawy jest bogato ilustrowana graficznie. W pracy w zasadzie nie spotkałem stylistycznych błędów językowych, co świadczy o wysokiej ocenie merytorycznej rozprawy. Jedynie, zamiast używania zwrotu „odpieniacz” może korzystnie byłoby używać sformułowania „środek przeciwpieniący”.

Część teoretyczna rozprawy doktorskiej w pełni odnosi się do analizy podjętego problemu badawczego. Przedstawiono w sposób krytyczny najistotniejsze zagadnienia dotyczące fasad budynków. W tym rozdziale przedstawiono rodzaje fasad budynków, materiały stosowane do ich wykonania, a także koncepcję fasad wentylowanych ze zintegrowanymi panelami fotowoltaicznymi. W kolejnym rozdziale przedstawiono charakterystykę kompozytów cementowych w budownictwie, w tym szczegółowo omówiono składniki kompozytów cementowych stanowiących przedmiot pracy. Kolejny rozdział części teoretycznej dotyczył omówienia optymalizacji składu kompozytu cementowego metodą powierzchni odpowiedzi. W ostatnim rozdziale tej części rozprawy doktorskiej przedstawiono tezy pracy, tj.:



Politechnika Warszawska

Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii

- modyfikacja matrycy cementowej za pomocą pucolan, wypełniacza lekkiego, włókien i dodatków polimerowych prowadzi do stworzenia kompozytu o właściwościach umożliwiających jego wykorzystanie w nowoczesnych rozwiązaniach budowlanych,
- zastosowanie wielu modyfikatorów układu cementowego może korzystnie wpływać na właściwości otrzymanego kompozytu cementowego,
- wykorzystanie metodologii RSM pozwala na skuteczną optymalizację składu kompozytu cementowego.

Powyższe tezy z sukcesem zostały potwierdzone przez Doktorantkę w trakcie prowadzonych badań.

W części doświadczalnej rozprawy doktorskiej, Pani mgr inż. Weronika Kujawa przedstawiła szczegółowy schemat prowadzonych eksperymentów, co ułatwia prześledzenie kolejnych kroków badawczych. Ponadto, przedstawiła m.in. charakterystykę materiałów, metodykę badań, szczegółową analizę wyników badań. Podczas realizacji pracy doktorskiej Doktorantka stosowała metody i urządzenia badawcze związane ściśle z tematem rozprawy doktorskiej, a mianowicie porowatość, dyfrakcja rentgenowska, skaningowy mikroskop elektronowy do obserwacji mikroskopowych, aparat do analizy początkowego etapu wiązania i twardnienia materiałów cementowych, gęstość nasypowa, urządzenie do analizy uziarnienia wypełniaczy, wytrzymałość na zginanie i ściskanie, czas wiązania, zmiany liniowe, absorpcja wody, odporność na cykle zamrażania-rozmrażania, rozplływ w pierścieniu. Duża ilość badań eksperymentalnych świadczy o ogromnym zaangażowaniu Doktorantki w realizację pracy doktorskiej.

Ostatnim etapem części eksperymentalnej jest dokonanie optymalizacji składu kompozytu cementowego metodą powierzchni odpowiedzi. Na podstawie uzyskanych wyników Doktorantka wytypowała najkorzystniejsze dodatki, którymi były metakaolin, perlit oraz włókna hybrydowe bazaltowo-wollastonitowe. Opracowany przez Doktorantkę, w ramach pracy doktorskiej, kompozyt cementowy po optymalizacji, odznaczał się dobrą stabilnością wymiarów podczas jego dojrzewania oraz trwałością w warunkach eksploatacyjnych.

Do przygotowania rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Weronika Kujawa wykorzystwała łącznie 294 pozycje literaturowe. Dobór pozycji literaturowych jest w pełni odpowiedni do analizy podjętego



problemu badawczego. Ponad połowa cytowanych prac to publikacje wydane w ostatnim dziesięcioleciu.

W mojej opinii rozprawa doktorska Pani mgr inż. Weroniki Kujawy zasługuje na wysoką ocenę pod względem merytorycznym. Całość rozprawy doktorskiej wskazuje, że Doktorantka posiada zarówno niezbędną wiedzę teoretyczną, jak i umiejętność prowadzenia badań doświadczalnych.

4. Uwagi do rozprawy doktorskiej

Pod kątem edytorskim rozprawa doktorska została przygotowana bardzo starannie. Tym niemniej, Doktorantka nie ustrzegła się pomyłki związanej z niewłaściwą numeracją rysunków w tekście. Dotyczy to przede wszystkim podrozdziału 5.1.3. „*Określenie wpływu wyznaczonej ilości reaktywnej pucolany na wybrane właściwości*”. Powyższa uwaga nie obniża wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej.

Uzyskane wyniki badań zachęcają do dyskusji, dlatego też chciałbym zapytać się o następujące kwestie, a mianowicie:

- Dlaczego kompozyty cementowe z dodatkiem EPDM odznaczają się najniższą wytrzymałością na zginanie i ściskanie? Z czego to może wynikać?
- Dlaczego dodatek włókien polipropylenowych spowodował największą zmianę reologii kompozytów?

5. Wnioski końcowe

Przedstawiona do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Weroniki Kujawy wskazuje jednoznacznie na opracowanie innowacyjnego kompozytu cementowo-metakoalinowego wzmocnionego włóknami bazaltowo-wollastonitowego przeznaczonego do zastosowań jako element fasad wentylowanych ze zintegrowanymi panelami fotowoltaicznymi.

Doktorantka wykazała się bez wątpienia umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych, ilość przedstawionych wyników jest imponująca, a ich wnikliwa analiza zasługuje na szczególne podkreślenie i wyróżnienie.



Politechnika Warszawska

Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Weroniki Kujawy jest bardzo dobrym przykładem doktoratu o charakterze technologicznym, świadczącym o zakończonej sukcesem współpracy nauki i biznesu.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Weroniki Kujawy pt. „Opracowanie nowego, wzmocnionego kompozytu cementowego kompatybilnego z panelami fotowoltaicznymi” spełnia wszystkie wymogi stawiane pracom doktorskim określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Wobec powyższego wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu o dopuszczenie Pani mgr inż. Weroniki Kujawy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę oryginalność i potencjał aplikacyjny tematyki badawczej, wysoką jakość przeprowadzonych badań, z pełnym przekonaniem wnioskuję o wyróżnienie przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej.