



Politechnika Warszawska

Wydział Chemiczny

Warszawa, 5.12.2025

dr hab. inż. Agnieszka Gadomska-Gajadur, prof. PW

Katedra Biotechnologii Środków Leczniczych i Kosmetyków

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Depty

zatułowanej

„Opracowanie metody wytwarzania ekologicznych żywic alkilofenolowo-furfuralowych oraz ich modyfikacji w procesie eteryfikacji lub estryfikacji”.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska **mgr inż. Marty Depty** została wykonana w Politechnice Śląskiej w Gliwicach. Promotorem rozprawy doktorskiej była prof. uczelni, dr hab. inż. Katarzyna Jaszcz, a opiekunem naukowym był dr inż. Sławomir Napiórkowski. Praca doktorska była współfinansowana przez Ministerstwo Edukacji i Nauki w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy” V edycja nr umowy Nr RJO/SWD/005-04

Tematyka przedstawionej rozprawy doktorskiej jest zgodna z moimi zainteresowaniami naukowymi (synteza i badanie właściwości polimerów).

Jednocześnie oświadczam, że nie prowadziłam i nie prowadzę z Doktorantką żadnych badań naukowych oraz, że nie jesteśmy współautorami żadnej pracy naukowej.

1. Przedmiot i ogólna charakterystyka rozprawy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Marty Depty stanowi obszerne, kompleksowe i dojrzałe opracowanie naukowe dotyczące opracowania metody syntezy ekologicznych żywic alkilofenolowo-furfuralowych oraz ich dalszej modyfikacji w procesach eteryfikacji i estryfikacji. Podjęta tematyka jest niezwykle aktualna i wpisuje się w priorytetowe kierunki rozwoju współczesnej chemii polimerów oraz technologii materiałowych, zwłaszcza w kontekście dążenia do ograniczenia stosowania surowców toksycznych i nieodnawialnych. Autorka osadziła swoje badania w szerokim kontekście problematyki żywic fenolowych, przedstawiając zarówno ich znaczenie technologiczne, jak i ograniczenia wynikające z toksyczności stosowanych surowców oraz restrykcji środowiskowych.

Rozprawa liczy ponad 200 stron i składa się z części badawczej oraz wdrożeniowej, co odpowiada strukturze wymaganej w programie „Doktorat wdrożeniowy”. Tekst został



Politechnika Warszawska

Wydział Chemiczny

poprawnie sformatowany i podzielony na wyraźne segmenty, obejmujące przegląd literatury, opis celów, szczegółową część eksperymentalną, omówienie wyników, wnioski oraz część wdrożeniową. Całość jest napisana poprawnym, klarownym i w pełni zrozumiałym językiem naukowym.

2. Ocena części literaturowej

Część literaturowa rozprawy obejmuje szczegółową analizę żywic fenolowo-formaldehydowych, ich mechanizmów tworzenia, właściwości chemicznych i fizycznych oraz sposobów ich modyfikacji. Autorka wnikliwie przedstawiła problem toksyczności fenolu i formaldehydu, uwzględniając obowiązujące regulacje prawne oraz klasyfikacje toksykologiczne. Omówienie alternatywnych surowców pochodzenia naturalnego, w tym furfuralu otrzymywanego z biomasy odpadowej, zostało przeprowadzone w sposób merytoryczny, aktualny i dobrze udokumentowany.

W przeglądzie literaturowym zawarto również szerokie omówienie metod chemicznej modyfikacji żywic fenolowych, ze szczególnym uwzględnieniem eteryfikacji i estryfikacji grup hydroksymetylowych, co stanowi podstawę dalszych badań własnych. Całość jest logiczna, poprawnie ustrukturyzowana i wykazuje bardzo dobrą orientację autorki w aktualnym stanie badań oraz w trendach rozwojowych w dziedzinie ekologicznych żywic polimerowych.

3. Cele rozprawy i ich realizacja

Cele pracy zostały przedstawione w sposób jednoznaczny i w pełni uzasadniony. Obejmowały opracowanie metody syntezy ekologicznej żywicy *o*-krezolowo-furfuralowo-formaldehydowej o możliwie niskiej zawartości substancji lotnych oraz przeprowadzenie jej modyfikacji chemicznych w celu poprawy właściwości aplikacyjnych. Autorka wyznaczyła również cele analityczne, związane z charakterystyką strukturalną otrzymanych produktów, oraz cele aplikacyjne, obejmujące ocenę właściwości powłokotwórczych.

Cele te zostały osiągnięte w pełnym zakresie. Autorka nie tylko opracowała metodę syntezy żywicy bazowej o parametrach zgodnych z założeniami, lecz także przeprowadziła serię modyfikacji, które doprowadziły do istotnej poprawy właściwości materiałów. W badaniach uwzględniono wiele wariantów reakcyjnych i zastosowano nowatorskie podejście, np. estryfikację z użyciem enzymu Novozym 435. Dostarczone wyniki potwierdzają rzetelność i konsekwencję w realizacji założeń rozprawy.



Politechnika Warszawska

Wydział Chemiczny

4. Ocena metod badawczych

Autorka zastosowała szeroki zestaw metod syntezy, analizy i oceny właściwości żywic. Syntezy prowadzono z udziałem różnych katalizatorów, co umożliwiło optymalizację reakcji polikondensacji. W procesach modyfikacji uwzględniono zarówno eteryfikację alkoholami, jak i estryfikację kwasami tłuszczowymi, prowadząc je w odmiennych warunkach technologicznych, również bez udziału rozpuszczalników, co podkreśla ekologiczny charakter badań.

W części analitycznej zastosowano techniki NMR, FTIR oraz ESI-MS, które pozwoliły jednoznacznie potwierdzić strukturę otrzymanych materiałów oraz stopień ich modyfikacji. Badania właściwości powłokotwórczych zostały przeprowadzone zgodnie z obowiązującymi normami, a uzyskane wyniki charakteryzują się wysoką wartością aplikacyjną.

Dobór metod był adekwatny do celów pracy, a ich zastosowanie świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu merytorycznym doktorantki.

5. Najważniejsze wyniki i ich znaczenie naukowe oraz aplikacyjne

Autorka otrzymała żywicę o-krezolowo-furfuralowo-formaldehydową o wyjątkowo niskiej zawartości substancji lotnych, w tym formaldehydu poniżej 0,1% masowych. Jest to parametr wysoce pożądany w kontekście zaostrzających się norm środowiskowych i sanitarnych.

Przeprowadzone modyfikacje doprowadziły do uzyskania żywic o właściwościach hydrofobowych, co odróżnia je od żywic niemodyfikowanych, które są z natury hydrofilowe. Powłoki otrzymane na ich bazie cechowały się bardzo dobrą elastycznością, wysoką twardością oraz znakomitą odpornością na uderzenia i przyczepnością do podłoża metalowego.

Wyniki te świadczą o dużym potencjale aplikacyjnym opracowanych żywic, szczególnie w przemyśle lakierniczym, gdzie wymagana jest kompatybilność z układami hydrofobowymi, elastyczność oraz wysoka odporność mechaniczna. Rozprawa wnosi istotny wkład do



Politechnika Warszawska

Wydział Chemiczny

rozwoju ekologicznych technologii żywic polimerowych i przedstawia rozwiązania, które mogą zostać wdrożone na skalę przemysłową.

6. Uwagi i sugestie

Rozprawa jest opracowana bardzo starannie, jednak można byłoby rozważyć rozszerzenie oceny o charakterystykę kinetyczną reakcji modyfikacji. Czy Doktorantka rozważała takie badania? Dodatkowe badania odpornościowe powłok, w szczególności dotyczące starzenia termicznego i klimatycznego byłyby zasadne. Proszę o komentarz w tej sprawie. Zasadne byłoby również przedstawienie bardziej rozbudowanej analizy ekonomicznej porównującej koszty produkcji żywic konwencjonalnych i ekologicznych. Ten aspekt chciałabym poznać podczas publicznej obrony pracy. Uwagi te mają charakter uzupełniający i nie wpływają negatywnie na wysoką wartość naukową pracy.

7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Marty Depty stanowi wartościowe, samodzielne osiągnięcie naukowe, które w sposób istotny wzbogaca wiedzę dotyczącą syntezy i modyfikacji ekologicznych żywic fenolowych. Praca jest poprawna pod względem merytorycznym, metodologicznym i formalnym, a uzyskane wyniki mają zarówno znaczenie naukowe, jak i aplikacyjne. Autorka wykazała się umiejętnością planowania i prowadzenia zaawansowanych badań eksperymentalnych oraz interpretacji otrzymanych rezultatów.

Wszystkie podjęte przez Doktorantkę działania pozwalają mi jednoznacznie stwierdzić, że rozprawa doktorska mgr inż. Marty Depty „Opracowanie metody wytwarzania ekologicznych żywic alkilofenolowo-furfuralowych oraz ich modyfikacji w procesie eteryfikacji lub estryfikacji” **spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20.07.2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce** (Dz.U 2023 r., poz. 742) i wnioskuje o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów postępowania doktorskiego.

Biorąc pod uwagę zakres wykonanych badań, interdyscyplinarny charakter oraz potencjał wdrożeniowy pracy składam **wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej**.

dr hab. inż. Agnieszka Gadomska-Gajadbur, prof. PW