

Poznań, 27.12.2024 r.

**RECENZJA****pracy doktorskiej Pani mgr inż. Justyny CHROBAK****pt.: „Układ sieciujący dla bezformaldehydowych żywic melaminowo-mocznikowych”****Celowość podjęcia tematu badawczego**

Płyty wiórowe to materiałem konstrukcyjnym stosowanym w przemyśle meblarskim i budownictwie. Wytwarzane są ze specjalnie przygotowanych wiór drzewnych, sprasowanych z dodatkiem żywic przy użyciu ciśnienia i wysokiej temperatury. Występują w zależności od zapotrzebowania jako jedno- i wielowarstwowe (laminat) o podwyższonych wodo-, grzybo- i ognioodporności oraz powierzchniach porowatych lub gładkich, zagęszczonych pyłem drzewnym. Wióry do produkcji płyt wytwarzane są ze zdrowego drewna drobnowymiarowego, odpadowego lub nienadającego się do przerobu na lite deski. Najczęściej stosowanymi spoiwami do produkcji płyt drewnopochodnych są żywice mocznikowo-formaldehydowe, melaminowo-formaldehydowe, melaminowo-mocznikowo-formaldehydowe i fenolowo-formaldehydowe. Emisja formaldehydu, który ma właściwości rakotwórcze i występuje w postaci wolnej w płytach drewnopochodnych stanowi w ostatnich latach istotny problem i jest zagrożeniem zarówno dla środowiska jak i dla zdrowia i życia ludzi. Normy dotyczące stosowania formaldehydu ciągle ulegają zaostrzeniu. Nie tylko w Unii Europejskiej ale także w wielu krajach poza nią cały czas trwają prace nad aktualizacjami i przekształceniami przepisów dotyczących stosowania i emisji formaldehydu do atmosfery. Co raz częściej wspomina się o wprowadzeniu całkowitego zakazu stosowania formaldehydu. W związku z tym niezwykle ważne są badania prowadzące do otrzymania i zastosowania w produkcji płyt drewnopochodnych żywic nie zawierających formaldehydu. Z doniesień literaturowych wiadomo, że możliwe jest opracowanie nowych żywic aminowych, które nie zawierają formaldehydu. Zastosowanie ich wyeliminowałoby problem

emisji wolnego aldehydu z płyt drewnopochodnych. Zamienniki formaldehydu obejmują przede wszystkim glioksal, glutaraldehyd, dimetoksyetanal i inne. Niestety substytuty te charakteryzują się zazwyczaj niższą reaktywnością niż formaldehyd co może negatywnie wpływać na właściwości mechaniczne i wytrzymałościowe płyt drewnopochodnych. Dlatego niezwykle ważne są dalsze badania mające na celu ulepszenie już obecnych i opracowanie nowych rozwiązań, które pozwolą całkowicie zastąpić formaldehyd w procesach technologicznych otrzymywania płyt drewnopochodnych.

W obrębie tej tematyki mgr inż. Justyna Chrobok postanowiła sobie dwa cele badawcze i jeden aplikacyjny. Pierwszy cel badawczy dotyczył opracowania jednorodnej i stabilnej bezformaldehydowej żywicy aminowej i doboru do niej kompatybilnego utwardzacza. Drugi natomiast poddania otrzymanych żywic spełniających te warunki testom utwardzania. Cel aplikacyjny z kolei miał za zadanie zastosowanie, układów spełniających wymogi dotyczące lepkości, stabilności i czasu utwardzania, w produkcji płyt wiórowych, do impregnacji papierów dekoracyjnych na płytach drewnopochodnych oraz w produkcji mas rdzeniowych dla przemysłu odlewniczego i jako powłoki termorefleksyjnej do okuć metalowych. Ponadto, z racji faktu, iż rozprawa doktorska mgr inż. J Chrobak powstała w ramach projektu MNiSW „Doktorat wdrożeńowy” celem było również przygotowanie i złożenie wniosku patentowego dotyczącego składu i metody syntezy żywic aminowo bezformaldehydowych.

### Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Chrobok została zrealizowana w Katedrze Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii, Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. inż. Anny Chrobok jako promotorki oraz dr hab. inż. Jolanty Iłowskiej jako opiekuna pomocniczego. Tematyka recenzowanej rozprawy wchodzi w istotny obszar badań dotyczący technologii chemicznej ze szczególnym uwzględnieniem lekkiej syntezy organicznej oraz aplikacyjnego zastosowania otrzymanych produktów i leży w zakresie badań prowadzonych przez grupę badawczą

Promotorki. Niniejszą pracę wykonano w ramach projektu MNiSW „Doktorat wdrożeniowy” co pozwala na pozytywną ocenę ważności tematyki pracy.

Przedstawiona dysertacja jest opracowaniem liczącym 147 stron plus 12 stron załącznika w którym doktorantka przedstawiła wykaz swoich osiągnięć naukowych oraz trzy listy intencyjne. Tytuł rozprawy został sformułowany poprawnie i odpowiada przedstawionym wynikom badań. Praca napisana jest w języku polskim, ma typową konstrukcję eksperymentalnych prac doktorskich i podzielona jest na rozdziały: *Wprowadzenie, Część teoretyczna, Cel pracy i teza badawcza, Część doświadczalna, Wyniki badań, Struktura chemiczna żywicy i propozycja mechanizmu sieciowania, Komercjalizacja, Podsumowanie i wnioski*. Na wstępie pracy doktorskiej mgr inż. Justyna Chrobak umieściła spis treści i wykaz stosowanych skrótów i nazw zwyczajowych. Cytowana w dysertacji bibliografia obejmuje 122 pozycje.

### Dorobek naukowy doktorantki

Jak wynika z przedłożonej dokumentacji dorobek naukowy mgr inż. Justyny Chrobak związany z pracą doktorską obejmuje: 2 publikacje naukowe znajdujące się w bazie *Journal Citation Reports* (Molecules 2022 i Przemysł Chemiczny 2024) oraz 4 patenty i zgłoszenia patentowe. Ponadto wygłosiła 3 prezentacje ustne oraz przedstawiła 2 postery podczas konferencji naukowych. Doktorantka odbyła także 2 staże naukowe związane z pracą doktorską – jeden w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie w Katedrze Technologii Przedsiębiorczości w Przemysle Drzewnym, drugi w Wydziale Odlewnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica w Krakowie. Na pozostały dorobek naukowy Doktorantki składa się: 11 publikacji naukowych (z czego 9 znajduje się w bazie *Journal Citation Reports*), 1 wystąpienie ustne i 1 poster na konferencjach naukowych, 16 patentów i zgłoszeń patentowych oraz udział w 10 projektach naukowych (w 1 jako główny wykonawca, w pozostałych jako wykonawca). Ponadto w celu podniesienia swoich kompetencji mgr inż. J. Chrobak ukończyła 3 szkolenia.

### Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Doktorantka na wstępie swojej rozprawy umieściła wprowadzenie uzasadniające celowość podjętej tematyki dotyczącej badań mających za zadanie opracowanie bezformaldehydowej żywicy aminowej oraz doboru kompatybilnego do niej utwardzacza. Część teoretyczną rozpoczęła od omówienia żywic aminowo-formaldehydowych i ich syntezy oraz przybliżenia właściwości toksycznych formaldehydu. Następny podrozdział poświęciła zamiennikom formaldehydu w żywicach aminowych i innym alternatywnym rozwiązaniom dla branży płyt drewnopochodnych. W podrozdziale tym scharakteryzowała żywice na bazie amin, żywice na bazie fenoli, ligniny i tanin oraz żywice na bazie izocyjanianów. W ostatnim podrozdziale Części teoretycznej mgr inż. Justyna Chrobak omówiła proces przestrzennego sieciowania polimerów czyli utwardzania żywic. Skupiła się na utwardzaczach żywic aminowych formaldehydowych i bezformaldehydowych, cieczach jonowych jako utwardzaczach żywic aminowych i epoksydowych oraz utwardzaczach nieformaldehydowych do żywic taninowych/garbnikowych.

Podsumowując część teoretyczną można powiedzieć, że została ona dobrze zaplanowana i przedstawiona w sposób bardzo przejrzysty, czytelny i interesujący. Zawiera dobrze dobrane i odpowiadające tematyce rozprawy podrozdziały oparte na wielu pracach naukowych.

W trzecim rozdziale dysertacji mgr inż. Justyna Chrobak przedstawiła cele i zadania badawcze zarówno te naukowe jak i aplikacyjne, które sformułowała w sposób jasny i wyczerpujący.

W kolejny rozdziale zatytułowanym *Część doświadczalna* Doktorantka przybliżyła i omówiła materiały i odczynniki oraz metodykę badań jakie stosowała i które miały pomóc w osiągnięciu założonych celów zarówno naukowych jak i aplikacyjnych.

Rozdział *Wyniki badań i dyskusja* mgr inż. Justyna Chrobak rozpoczęła od przedstawienia i szczegółowego omówienia wyników syntez, warunków ich prowadzenia oraz składu surowcowego bezformaldehydowych żywic mocznikowo-melaminowych na bazie dobrze dostępnych oraz mniej toksycznych niż formaldehyd aldehydów, takich jak: glioksal, aldehyd glutarowy i 2,2'-dimetoksyacetaldehyd. Omówienie to podzieliła pod

względem typu syntezowanych żywic tzn. surowców stosowanych do syntezy. Następnie omówiła wyniki uzyskane na podstawie przeprowadzonych testów utwardzania żywic stabilnych oraz o odpowiedniej lepkości, które wykonywała równoległe do badań nad syntezą żywic bezformaldehydowych. Doktorantka przetestowała jako utwardzacze sole nieorganiczne dla bezformaldehydowych żywic melaminowo-mocznikowych, utwardzacze bezwodnikowe (bezwodniki kwasów) i aminowe (poliaminy) do sieciowania bezformaldehydowych żywic aminowych oraz jako innowacyjny utwardzacz - ciecze jonowe. W kolejnym podrozdziale części *Wyniki badań i dyskusja* Doktorantka przedstawiła i omówiła wyniki uzyskane na podstawie analiz instrumentalnych. Do badań swoich wykorzystwała skaningową kalorymetrię różnicową (DSC) wraz z termogravimetrią (TG), spektroskopię w podczerwieni (IR) oraz spektroskopię Ramana. W kolejny rozdziale przedstawiła strukturę chemiczną żywicy i zaproponowała mechanizm sieciowania. W związku z faktem, iż recenzowana dysertacja powstała w ramach projektu MNiSW „Doktorat wdrożeniowy” ostatni rozdział tej części pracy mgr inż. Justyna Chrobak poświęciła omówieniu wyników prac wdrożeniowych przeprowadzonych z wykorzystaniem otrzymanych bezformaldehydowych żywic melaminowych. W rozdziale zatytułowanym *Komercjalizacja* przedstawiona i omówiona została ocena aplikacyjna żywic w czterech różnych zastosowaniach, a mianowicie: jako spoiwo w procesie wytwarzania płyt wiórowych, jako powłoka termorefleksyjna do okuć metalowych, jako spoiwo do mas formierskich dla odlewnictwa oraz do impregnacji papierów dekoracyjnych na płytach drewnopochodnych.

Tematyka przedstawionej rozprawy jest bardzo aktualna, i to w wymiarze ogólnoswiatowym, a Doktorantka wykazała się dużą umiejętnością prowadzenia badań (także we współpracy z innymi osobami i ośrodkami zarówno naukowymi jak i badawczymi), co w efekcie pozwoliło na uzyskanie ważnych i oryginalnych wyników zarówno z naukowego jak i aplikacyjnego punktu widzenia

Do najważniejszych osiągnięć recenzowanej pracy doktorskiej mgr inż. Justyny Chrobak zaliczam przede wszystkim:

- (1) pod kątem osiągnięć prac badawczych w obszarze opracowania jednorodnej i stabilnej bezformaldehydowej żywicy aminowej i doboru do niej kompatybilnego utwardzacza:

- (1a) opracowanie sposobu syntezy bezformaldehydowych żywic aminowych, które spełniają postawione w celu pracy kryteria i stanowią kamień milowy w tematyce naukowej reprezentowanej przez Doktorantkę, a mianowicie lepkość żywicy poniżej 700 mPa·s utrzymująca się powyżej 7 dni;
- (2) pod kątem osiągnięć prac badawczych o charakterze aplikacyjnym (co jest szczególnie ważne ponieważ przedstawiona do recenzji dysertacja powstała w ramach projektu „Doktorat wdrożeniowy”) z wykorzystaniem jednorodnej i stabilnej bezformaldehydowej żywicy aminowej.
- (2a) wyrażenie zainteresowania przez firmy DMR GROUP sp. z o.o., z siedzibą w Warszawie oraz OCTANO sp. z o.o. sp. k., z siedzibą w Katowicach produkcją opracowanej bezformaldehydowej żywicy aminowej na skalę przemysłową;
- (2b) wyrażenie zainteresowania przez Spółkę Akcyjną Odlewnie Polskie, z siedzibą w Starachowicach bezformaldehydową żywicą jako nowym, ekologicznym spoiwem oraz jego wdrożeniem do produkcji rdzeni w przemyśle odlewniczym na zasadach komercyjnych.

Obowiązkiem recenzenta jest również wskazanie pewnych niedokładności, błędnych sformułowań, niejasności i błędów czy też fragmentów polemicznych. W treści recenzowanej rozprawy doktorskiej można się doszukać elementów budzących pewne wątpliwości lub niedosyt informacji, należy jednak dodać, iż jest ich niewiele i nie zmniejszają wartości i istoty prezentowanych wyników oraz mojej pozytywnej oceny recenzowanej pracy. Należy wyraźnie zaznaczyć i to jest najważniejsze – założone cele i założenia wynikające z wdrożeniowego charakteru przedłożonej dysertacji zostały osiągnięte.

Moje pytanie dotyczące recenzowanej dysertacji, które nasunęło mi się podczas czytania pracy i które wynika bardziej z mojej ciekawości, dotyczy drugiego założonego kamienia milowego, a mianowicie jaką drogę należy jeszcze przejść i jakie czynności, badania oraz procesy przeprowadzić aby go w pełni osiągnąć?

### Uwagi końcowe

Uważam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Justyny Chrobak jest dziełem o istotnych walorach poznawczych, a przede wszystkim aplikacyjnych. Po zapoznaniu się z treścią rozprawy twierdzę, że zgromadzenie bogatego materiału doświadczalnego wymagało dużego nakładu pracy. Z materiału zawartego w rozprawie wynika, że prace prowadzone były konsekwentnie i obejmowały wiele etapów. Z całym przekonaniem mogę stwierdzić, że przeprowadzone i przedstawione w dysertacji badania poszerzają wiedzę w zakresie badań mających na celu syntezę i zastosowanie żywic bezformaldehydowych. Cel pracy zarówno naukowy jak i aplikacyjny został osiągnięty i praca posiada elementy nowości.

### Wniosek końcowy

*Uznając walory merytoryczne ocenianej rozprawy, jako spełniające formalne i zwyczajowe wymagania stawiane dysertacjom doktorskim stwierdzam, że w moim przekonaniu rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Chrobak spełnia warunki ujęte w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018r. poz. 1668). Wnioskuje zatem do Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Śląskiej o przyjęcie pracy i dopuszczenie Pani mgr inż. Justyny Chrobak do dalszych etapów przewodu doktorskiego celem uzyskania stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna.*



Prof. dr hab. Robert Pietrzak