

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Praca doktorska: "Synteza i właściwości nienasyconych żywic poliestrowych o zmniejszonej emisji styrenu"

Autor: Artur Chabros

Data: 18.11.2020

---

Praca doktorska pt. "Synteza i właściwości nienasyconych żywic poliestrowych o obniżonej emisji styrenu" dotyczy przygotowania i oceny właściwości żywicy poliestrowej zawierającej dimetakrylan glikolu dietylenowego zamiast styrenu.

Nienasyconą żywicę poliestrową zsyntetyzowaną z bezwodnika maleinowego i glikoli: etylenu, lub / i 1,2-propyleny, modyfikowano dicyklopentadienem, alkoholem izopropylowym i alkoholem benzylovym. Określono stabilność, lepkość i reaktywność wstępnie przygotowanych różniących się składem roztworów. W przypadku utwardzonej żywicy, oznaczono twardość, wytrzymałość na zginanie trójpunktowe, dynamiczne mechaniczne właściwości oraz właściwości termiczne modyfikowanej żywicy stosując do tego celu różnicową kalorymetrię skaningową oraz oznaczając dla wytworzonych próbek temperaturę ugięcia pod obciążeniem. Do analizy struktury przygotowanych kompozycji żywic poliestrowej wykorzystano spektroskopię w podczerwieni z transformacją Fouriera.

Sporządzono wiele kompozycji NŻP i przeprowadzono szereg badań zarówno właściwości mechanicznych i termicznych jak ich struktury.

Kandydat przedstawił bogaty, oparty na 105 pracach badawczych i dużej liczbie patentów, przegląd literaturowy z zakresu żywic poliestrowych. Autor jest współtwórcą sześciu artykułów z listy czasopism filadelfijskich (z *Impact Factor*em), uczestnikiem konferencji naukowych krajowych i zagranicznych (Sumaryczny IF: 16,9. Punkty MNiSW: 565).

Praca doktorska przedstawiona została w typowy, klasyczny sposób, a uzyskane wyniki zestawiono w tabelach i na rysunkach.

### 1. Ogólna charakterystyka pracy doktorskiej

Celem pracy doktorskiej było zastąpienie łatwo lotnego, toksycznego styrenu reaktywnym rozpuszczalnikiem - dimetakrylanem glikolu dietylenowego.

W części teoretycznej przedstawiono podstawowe pojęcia dotyczące nienasyconych żywic poliestrowych, reaktywnych rozcieńczalników, reakcji sieciowania nienasyconych żywic poliestrowych, ich modyfikacji oraz scharakteryzowano instrumentalne metody wykorzystane w pracy. Przeprowadzono bardzo zwięzły przegląd literatury na temat różnych dodatków zmniejszających emisję substancji toksycznych oraz wybór alternatywnych reaktywnych rozcieńczalników.

Część doświadczalna ukazuje sposób przygotowania i ocenę właściwości różniących się składem kompozycji nienasyconych żywic poliestrowych zarówno na etapie ich sporządzania jak i po etapie ich usieciowania. Nienasyconą żywicę poliestrową syntetyzowano wykorzystując glikol etylenowy i/lub glikol 1,2 propylenowy. Styren został zastąpiony przez monomer metakrylowy - dimetakrylan glikolu dietylenowego (DEGDMA). Różniące się składem próbki żywicy poliestrowej poddano dodatkowo modyfikacji stosując dicyklopentadien (DCPD), alkohol izopropylowy i alkohol benzylový jako modyfikatory.

Przed etapem usieciowania próbek zbadano trwałość, lepkość oraz reaktywność sporządzonych roztworów charakteryzując w ten sposób właściwości przetwórcze żywic. Kolejno określono właściwości użytkowe utwardzonych nienasyconych żywic poliestrowych oznaczając ich twardość, odporność na zginanie trójpunktowe, dynamiczne mechaniczne właściwości (moduł zachowawczy, modułu stratności oraz współczynnik tłumienia drgań w funkcji temperatury). Dla otrzymanych kompozycji oszacowano również ubytek masy w funkcji temperatury metodą termogravimetryczną i temperaturę ugięcia pod obciążeniem (tzw, HDT "Heat Distortion Temperature").

Część eksperymentalną zakończono przygotowaniem wielu kompozytów NFP z włóknami szklanymi. Przeprowadzono szereg badań pozwalających na ocenę właściwości mechanicznych i termicznych oraz stosując typowe metody instrumentalne analizowano strukturę wytworzonych materiałów.

Przedstawione wyniki wskazują, że dodatek dimetakrylanu glikolu dietylenowego (w zastępstwie styrenu) zmniejszył emisję substancji lotnych, przy czym wydłużył się czas żelowania sporządzanych roztworów, zmniejszył się ich szczyt temperaturowy i pogorszyły się właściwości użytkowe utwardzonej nienasyconej żywicy poliestrowej.

Przedstawiona praca wpisuje się w znacznie szerszy temat naukowy poświęcony modyfikacji kruchych żywic i eliminacji emisji substancji toksycznych.

Należy podkreślić, że pomimo szeroko rozpowszechnionego i chętnie podejmowanego w ostatnich dekadach tematu, niniejsza praca stanowi odpowiedź na obecne wyzwanie technologiczne i środowiskowe.

## 2. Uwagi

Pomimo wykazania celowości podjęcia badań w ramach rozprawy doktorskiej i odpowiedniej interpretacji uzyskanych wyników, istnieją pewne niedociągnięcia, które nie wpływają znacząco na jakość pracy i prezentowane wyniki:

- ✓ Różne skróty zostały zastosowane do opisanie nienasyconych żywic poliestrowych (UP i NŻP);
- ✓ Chociaż zostało to określone w tabeli 4 (strona 55), korzystne byłoby określenie składów z rysunków 28-30;
- ✓ Dynamiczne właściwości mechaniczne przedstawione na rysunkach 31-40 i w tabeli 7 nie zostały odpowiednio omówione i powiązane do innych wyników mającymi na celu wyjaśnienie wpływu styrenu na badane właściwości NŻP;
- ✓ Występuje błąd w równaniu średniej masy cząsteczkowej polimeru (strona 34);
- ✓ Cel pracy jest zbyt długi i nie powinien obejmować różnych etapów części eksperymentalnej. Lepiej byłoby przedstawić zwięzłą koncepcję pracy i ukazać celowość wykonania podejmowanych czynności w osobnej sekcji;
- ✓ W streszczeniu w języku angielskim znaleziono niewłaściwe słowa i niepoprawne zdania;
- ✓ Tytuł podany na stronie 84 jest błędny. Powinno to być: Spektroskopia w podczerwieni z Transformacją Fouriera FTIR;
- ✓ W części Badania mechaniczne (rysunek 57 na stronie 93): istnieje różnica między modułem Younga a modułem zginania;
- ✓ Część bibliografia: Niektóre błędy znaleziono w odniesieniu do nazwisk autorów i skrótów czasopism naukowych.

### 3. Pytania

Pomimo, że uzyskane wyniki są dobrze przedstawiane i omawiane, istnieją pewne niejasne kwestie lub zjawiska, które wymagają wyjaśnienia lub wytłumaczenia. Zaleca się wyjaśnienie lub wytłumaczenie następujących kwestii:

- ✓ Stwierdzono, że dodatek dimetakrylan glikolu dietylenowego (DEGDMA) do żywicy spowodował wydłużenie czasu żelowania oraz zmniejszenie szczytu temperaturowego oraz powoduje pogorszenie właściwości utwardzonej żywicy:
  - Co można zrobić w kompozycjach NŻP aby odwrócić w/w trend?;
  - Który reaktywny rozcieńczalnik (styren lub DEGDMA) należy wybrać do NŻP ?;
- ✓ Rysunki 34, 35 i 37 pokazują, że współczynnik tłumienia drgań ( $\tan \delta$ ) przesunął się do najwyższych temperatur dla kompozycji poliestrowych ze styrenem i glikolem 1,2-propylenowym. Podać przyczynę, uzasadnić ;
- ✓ Ocena ubytku masy metodą termogravimetryczną: Jak została określona temperatura maksymalnego rozkładu  $T_{max}$ ? Co określają temperatury  $T_{5\%}$ ,  $T_{10\%}$  i  $T_{50\%}$  ?;
- ✓ Część Badania mechaniczne (strona 92): Jak można zdefiniować poliestry GP, które charakteryzują się niższymi wartościami naprężeń zginających w porównaniu z poliestrami GPGE?;
- ✓ Która kompozycja żywicy poliestrowej wykazała optymalne właściwości użytkowe i przetwórcze ?;

Autor pracy doktorskiej wykazał ogólną wiedzę oraz umiejętność prowadzenia badań i analizowania uzyskanych wyników. Kompleksowa interpretacja uzyskanych wyników badań pozwala stwierdzić, że zgodnie z ustawą o stopniach naukowych i tytułach oraz stopniach i tytule w sztuce ("Dziennik" Ustawa "- Dz. U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595), rozprawa jest zgodna z wymaganiami doktorskimi.

W związku z powyższym rozprawa doktorska mgr Artura Chabrosa: " Synteza i właściwości nienasyconych żywic poliestrowych o zmniejszonej emisji styrenu" jest oceniona pozytywnie i zalecam jej obronę publiczną w celu uzyskania stopnia doktora w dziedzinie Chemii.

Radom, 18.11.2020

prof. dr hab. inż. Mohamed Bakar  
University of Technology and Humanities  
Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa  
Chrobrego 27, 26-600 Radom - Poland

