

dr hab. inż. Regina Maria Jeziórska
Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ – Instytut Chemii Przemysłowej imienia Profesora Ignacego Mościckiego
ul. Rydygiera 8
01-793 Warszawa

Recenzja

rozprawy doktorskiej pani mgr inż. Agnieszki Nowackiej pt.: „Efektywność obróbki przetłoczno-ściernej wyrobów z tworzyw polimerowych” przygotowanej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej pod kierunkiem pana dr hab. inż. Tomasza Klepki, prof. uczelni, przedstawionej do obrony na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej.

1. Aktualność i oryginalność przedmiotu rozprawy

Tematyka rozprawy doktorskiej jest aktualna. Obróbka wyrobów ze stali i tworzyw polimerowych, ze względu na istotne różnice we właściwościach tych materiałów, wymaga stosowania innych materiałów i urządzeń. Dlatego zastosowanie procesu przetłoczno-ściernego (AFM) do obróbki skomplikowanych, wewnętrznych powierzchni wyrobów otrzymanych metodą druku 3D jest zadaniem ambitnym i oryginalnym. Metoda druku 3D była przedmiotem wielu publikacji naukowych na całym świecie. Brak jest jednak doniesień dotyczących zastosowania procesu AFM do obróbki wyrobów polimerowych, zwłaszcza otrzymanych metodą druku 3D. Dlatego realizacja tak ambitnego zadania wymagała opracowania składu oryginalnej pasty ścierniej i konstrukcji oryginalnego stanowiska badawczego. Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć opiniowanej pracy należą również: (i) kompleksowa ocena właściwości lepkosprężystych opracowanej pasty ścierniej w zależności od warunków sieciowania oraz rodzaju, zawartości i wielkości ziaren materiału ściernego oraz (ii) dogłębna ocena wpływu składu pasty ścierniej i parametrów obróbki AFM na zmianę chropowatości powierzchni wyrobów z tworzyw polimerowych (ABS, PA12) otrzymanych metodą druku 3D.

2. Ogólna charakterystyka i ocena rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki Nowackiej obejmuje 222 strony tekstu wraz z literaturą, załącznikami oraz streszczeniem w języku polskim i angielskim. Tekst zawiera również wykaz oznaczeń i skrótów użytych w pracy. Cytowana w rozprawie literatura (w porządku alfabetycznym) zajmuje 21 stron. Doktorantka zacytowała 266 pozycji literaturowych, takich jak

artykuły z czasopism naukowych, książki, materiały konferencyjne i nieliczne strony internetowe, przy czym cytowane pozycje w dużej mierze stanowią publikacje z ostatnich dziesięciu lat. Rozprawa została podzielona na 9 rozdziałów i 46 podrozdziałów. Doktorantka nie wydzieliła wyraźnie części literaturowej i doświadczalnej.

Zaprezentowany w 4 pierwszych rozdziałach przegląd literatury jest dość obszerny i potwierdza aktualność podjętych badań oraz doświadczenie i wiedzę Doktorantki. Ta część rozprawy została zredagowana logicznie, a Autorka w kolejnych rozdziałach prezentuje szczegółową analizę zagadnień obejmujących: (i) charakterystykę procesu obróbki powierzchni, (ii) przegląd metod obróbki wewnętrznych powierzchni wyrobów oraz (iii) charakterystykę obróbki przetłoczno-ściernej. Autorka skupiła się głównie na procesie obróbki powierzchni wyrobów, pomijając natomiast druk 3D.

Za niekorzystne dla zrozumienia pracy uważam sformułowanie tezy i celu pracy oraz uzasadnienia podjętych badań dopiero na str. 66–68 rozprawy. Uważam, że po wprowadzeniu do rozprawy należało uzasadnić podjęcie tematyki badawczej oraz sformułować tezę, cel i zakres pracy, a dopiero później dokonać przeglądu literatury pod kątem przedstawionego zagadnienia naukowego.

Autorka wyznaczyła trzy cele rozprawy: główny, naukowy i użytkowy. Głównym celem pracy było opracowanie składu oryginalnej pasty ścierniej, umożliwiającej obróbkę wewnętrznych powierzchni wyrobów z tworzyw polimerowych otrzymanych metodą addytywną z wykorzystaniem druku 3D. Za cel naukowy pracy przyjęto poznanie zależności wpływu składu pasty ścierniej i parametrów technologicznych procesu AFM na zmianę chropowatości wewnętrznych powierzchni wyrobów z ABS i PA12 wytworzonych metodą druku 3D. Za niezbędne dla osiągnięcia tak postawionego celu słusznie uznano dobór składników pasty ścierniej (polimer, materiał ścierny, ilość i wielkość ziarna materiału ściernego) i parametrów procesu sieciowania oraz opracowanie konstrukcji stanowiska badawczego do procesu obróbki przetłoczno-ściernej. Zakres pracy obejmował również badania właściwości lepkosprężystych opracowanej pasty ścierniej. Natomiast cel użytkowy pracy dotyczył zastosowania opracowanej metodyki procesu AFM do obróbki skomplikowanych powierzchni wewnętrznych wyrobów z tworzyw polimerowych otrzymanych metodą druku 3D. Do analizy efektywności procesu AFM Doktorantka stosowała współczynnik względnej zmiany chropowatości powierzchni (RIR) i zmianę wysokości znacznika .

W tym rozdziale zabrakło mi przejrzystego sformułowania celu i tezy badawczej pracy. Uważam, że teza badawcza rozprawy jest zbyt ogólna i nie odnosi się do istoty przeprowadzonych badań. Powinna wynikać z celu naukowego rozprawy i odnosić się do wpływu parametrów fizyko-chemicznych pasty ścierniej, parametrów procesu AFM oraz konstrukcji stanowiska badawczego na jakość powierzchni wewnętrznej wyrobów polimerowych otrzymanych metodą druku 3D.

Część doświadczalna nie zawiera pełnej charakterystyki stosowanych komercyjnych materiałów, aparatury badawczej i metod badawczych. Szczątkowe informacje zawarte w rozdziałach opisujących wyniki badań są nieprecyzyjne i niewystarczające dla odtworzenia warunków czy dyskusji stosowanej w pracy metodyki pomiarowej.

Opis syntezy i procesu sieciowania polimeru stosowanego do otrzymywania pasty ścierniej (rozd. 6.1) jest również nieprecyzyjny i zawiera błędy. Równania 6.1 i 6.2 nie przedstawiają otrzymywania poliborosilanu tylko polisilanu. Otrzymywanie poliborosilanu ilustrują równania 6.3 i 6.4 (rozd. 6.1.2). Sformułowanie „medium polimerowe” czy „medium pasty ścierniej” jest niefortunne.

Proszę o wyjaśnienie, dlaczego do oznaczania temperatury początku rozkładu stosowano metodę DSC, a nie TGA (Rys. 6.5). Metodą DSC nie można wyznaczyć parametrów determinujących rozkład termiczny polimeru tj. ubytku masy w funkcji temperatury oraz temperatury maksymalnej szybkości rozkładu (krzywa DTG). Metoda DSC jest stosowana do wyznaczenia temperatury przemian fazowych (temperatura topnienia, krystalizacji, zeszklenia).

Na rysunku 6.5a, tak jak na rys. 6.5b, na osi X powinna być temperatura, a nie czas. Z wykresu nie wiadomo do jakiej temperatury była grzana próbka i co oznacza górna krzywa. Czy jest to krzywa chłodzenia? Proszę o wyjaśnienie, na jakiej podstawie Doktorantka przyjęła, że rozkład termiczny polisilanu rozpoczyna się w temperaturze 147°C. Wiadomo, że zarówno polisilany, jak i kwas borowy są stabilnie termiczne do temperatury > 200°C.

Poli(alkohol winylowy) (PVA) ma mniejszą odporność termiczną niż kauczuki silikonowe. Degradacja termiczna PVA zachodzi w temperaturze > 280°C. Dlatego, oznaczone na rys. 5.6b zakresy temperatury 109–142,4°C i 212,9–223,2°C nie świadczą o degradacji polimeru. Drugi zakres temperatury można przypisać topnieniu polimeru (temperatura mięknięcia PVA ok. 220°C). Jedynie trzeci pik widoczny na wykresie (ok. 286°C), może świadczyć o degradacji polimeru, ale nie może być brany pod uwagę, ponieważ nie jest znany dalszy przebieg krzywej DSC.

Ponadto, doktorantka nie podała warunków pomiaru (zakres temperatury grzania, szybkość grzania).

W badaniach DMTA błędnie podano moduł sprężystości zamiast moduł zachowawczy i moduł lepkości zamiast moduł stratności, chociaż na rysunkach 6.14 i 6.15 Doktorantka stosuje poprawne nazewnictwo w języku angielskim. Sądzę, że lepiej byłoby podać wartości modułów w MPa i podawać je w prosty sposób, bez niepotrzebnych wykładników. Uwaga ta również dotyczy lepkości dynamicznej.

3. Uwagi szczegółowe

Rozprawa doktorska jest napisana niestarannie. Autorka nie ustrzegła się licznych literówek, błędów ortograficznych, gramatycznych i stylistycznych. Poniżej przedstawiam wybrane uwagi szczegółowe dotyczące m.in. rysunków, tabel i numerów norm stosowanych metod badawczych. Brak konsekwencji w podpisach osi rysunków. Raz jednostka jest podana w nawiasie kwadratowym (rys. 6.18), innym razem po przecinku (np. rys 6.13, oś X) lub bez (rys. 6.13, oś Y), a także np. *loss modulus G'' in Pa*. Ponadto, jedna oś jest podpisana w języku angielskim, a druga w polskim (np. rys. 6.14, 6.15). Dwukrotnie zamieszczono numerację rys. 6.15 (brak rys. 6.16). Rysunki są mało czytelne, ich wielkość i poziomy układ utrudniają analizę. W tabelach 7.1a i 7.1b błędnie podano numer normy ISO dotyczącej oznaczania objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia i użyto niewłaściwego skrótu. Powinno być MVR zamiast MFR. Błędnie podano również moduł rozciągania przed zerwaniem zamiast zgodnie z normą ISO 527 moduł sprężystości przy rozciąganiu. Komentarza wymaga także istotna różnica wartości modułu Younga i modułu sprężystości przy rozciąganiu, zwłaszcza w przypadku poliamidu 12. Czy na pewno jest to wartość modułu sprężystości przy rozciąganiu? Niepoprawny jest również numer normy dotyczącej oznaczania gęstości.

Nylon jest nazwą handlową poliamidów wprowadzoną przez firmę DuPont, dlatego w pracy Doktorantka powinna stosować nazwę polimeru zgodnie z nomenklaturą IUPAC, tj. poliamid 12 lub skrót PA12, tak jak w przypadku kopolimeru akrylonitryl-butadien-styren (ABS).

Przedstawione powyżej zastrzeżenia nie wpływają na pozytywną ocenę rozprawy.

4. Wnioski końcowe

Opiniowana rozprawa doktorska wnosi istotne i oryginalne elementy naukowe w zakresie inżynierii mechanicznej dotyczącej procesu przetłoczno-ściernego. Zastosowanie tego procesu do obróbki skomplikowanych powierzchni

wewnętrznych wyrobów z tworzyw polimerowych otrzymanych metodą druku 3D świadczy pozytywnie o dojrzałości naukowej i dogłębnej wiedzy Autorki w badanej dziedzinie oraz o zdolności do samodzielnego planowania i prowadzenia badań naukowych. Recenzowana rozprawa doktorska jest oryginalnym rozwiązaniem zaprezentowanego w niej zagadnienia naukowego. Autorka podjęła w rozprawie problem, który ma istotne znaczenie z punktu widzenia poznawczego i aplikacyjnego. Trafnie określiła założenia dotyczące jego analizy i z sukcesem zrealizowała badania naukowe.

Nie mam wątpliwości, że recenzowana rozprawa doktorska pani mgr inż. Agnieszki Nowackiej spełnia wymagania, jakie pracom doktorskim stawia ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jednolity Dz. U. z 2016 r. poz. 1311) oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U z 2016 r. poz. 1586) i z tego względu wnioskuję do Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



dr hab. inż. Regina Maria Jeziórska