

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

pt.: „**Wpływ cech konstrukcyjnych rozdrabniacza wielokrawędziowego na charakterystyki użytkowe procesu rozdrabniania materiałów włóknistych wykorzystywanych jako napełniacz materiałów polimerowych**”.

Autor rozprawy: mgr inż. Daniel Łączny

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Marek Macko, prof. uczelni UKW

Drugi promotor rozprawy: dr hab. inż. Krzysztof Moraczewski, prof. uczelni UKW

Dziedzina: Nauki Inżynieryjno-Techniczne

Dyscyplina: Inżynieria Mechaniczna

Podstawy merytoryczne oraz formalno-prawne:

- Uchwała Rady Dziedziny Nauk Inżynieryjno-Technicznych Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, pismo nr BS/160/2022, z dnia 5.07.2022 od przewodniczącego Rady Dziedziny Nauk Inżynieryjno-Technicznych - dr hab. inż. Mieczysława Cieszko, prof. uczelni.
- Rozprawa doktorska w formie monografii, autorstwa mgr inż. Daniela Łącznego pt.: „Wpływ cech konstrukcyjnych rozdrabniacza wielokrawędziowego na charakterystyki użytkowe procesu rozdrabniania materiałów włóknistych wykorzystywanych jako napełniacz materiałów polimerowych”.
- Informacja od recenzenta: Informuję, że tematyka recenzowanej rozprawy jest zgodna z obszarem moich zainteresowań naukowych. Oświadczam jednocześnie, że nie prowadziłem i nie prowadzę z Doktorantem żadnych wspólnych badań naukowych oraz że nie jesteśmy wspólnie autorami jakiegokolwiek publikacji naukowej.

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

Przekazana do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Daniela Łącznego obejmuje łącznie 130 stron zwartego maszynopisu w formacie A4 o tradycyjnej strukturze pracy naukowej, obejmującej analizę stanu wiedzy i techniki, opis części badawczej i wnioski. Pracę kończy 15 stron literatury obejmującej 203 pozycje. W tekście zawarte są liczne rysunki i tabele, spis treści oraz spis ważniejszych symboli i akronimów. Rozprawa przedstawiona jest zasadniczo w 7-iu rozdziałach, tj.:

1. Wstęp,
2. Analiza stanu wiedzy i techniki w zakresie tematyki rozprawy,
3. Cel i problem badań,
4. Plan badań doświadczalnych,
5. Metodyka badawcza,
6. Wyniki badań,
7. Wnioski końcowe i kierunki dalszych badań

Treść pracy ma charakter rozprawy studialno-eksperymentalnej, a tematyka osadzona jest w szeroko rozumianych procesach konstrukcji narzędzi oraz tworzenia i badania nowych, funkcjonalnych kompozycji materiałowych opartych na nowoczesnych napełniaczach. Przedstawione i opisane w rozprawie badania oraz analizy mieszczą się w obszarze tematycznym dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna, w szczególności zaś w przestrzeni rozwiązań problemów naukowych opartych o badania cech konstrukcyjnych oryginalnych narzędzi do procesu rozdrabniania dodatków do tworzyw, w celu wykorzystania ich w przetwórstwie, w aspektach z zakresu recyklingu materiałowego oraz nowych kompozycji materiałowych.

W ujęciu ogólnym rozprawę charakteryzuje przejrzysty układ oraz właściwy podział treści na rozdziały. Praca jest napisana poprawnym językiem, choć czasami zdarzają się pewne drobne niedoskonałości i nieprecyzyjne określenia. Stosowane pojęcia i terminologia nie budzą większych zastrzeżeń. Zamieszczone w tekście elementy ilustracyjne oraz zestawienia tabelaryczne poprawnie prezentują dokonania i osiągnięcia Autora rozprawy.

2. WYBÓR TEMATU ROZPRAWY

Przetwórstwo tworzyw polimerowych jest ważnym obszarem technik wytwarzania. Swoją popularność zawdzięcza możliwości wytwarzania wyrobów użytkowych (bez dodatkowych zabiegów technologicznych) w skali masowej, przy stosunkowo niskim zużyciu energii. Otrzymywane wyroby charakteryzują się powtarzalnymi cechami geometrycznymi, wysoką jakością powierzchni oraz oczekiwanymi przez odbiorców właściwościami. Współczesne wyroby polimerowe są skomplikowane pod względem konstrukcji i struktury przy jednoczesnym spełnieniu wielu cech i funkcji użytkowych. W ostatnim dziesięcioleciu istotne miejsce w obszarze wytwarzania zajmują techniki wytwarzania wyrobów o cechach biodegradowalnych lub kompostowanych, z dodatkiem napełniaczy pozyskanych z materiałów biologicznych, głównie jako produkty odpadowe po produkcji rolniczej.

Ze względu na ogólne problemy z zagospodarowaniem odpadów polimerowych z takich tworzyw jak poli(tereftalan etylenu), polietylen, poli(chlorek winylu), polipropylen i inne, autor rozprawy do badań trafnie wybrał jako osnowę polimerową tworzywo polilaktyd (PLA). Podjęta i konsekwentnie realizowana tematyka rozprawy dobrze wpisuje się w aktualne trendy naukowe i inżynierskie prowadzące do poszukiwania efektywnych narzędzi oraz ich nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych. Pozytywnie oceniam zakres podjętej problematyki, jej aktualność i istotność ze względu na aspekty naukowe i praktyczne. Wzajemne oddziaływanie bardzo wielu zmiennych w obszarze techniki rozdrabniania – konstrukcji narzędzia – oraz właściwy dobór materiału (PLA) wraz z dodatkiem napełniacza pochodzącego z rozdrobnionych łodygi roślin, w celu otrzymania nowych wyrobów, stanowiło duże wyzwanie dla realizacji celów rozprawy doktorskiej.

Doktorant w kolejnych rozdziałach podjął się trudnego zadania popartego pracochłonnym eksperymentem prowadzącym do oceny właściwości mechanicznych modyfikowanych kompozytów polimerowych z dodatkiem napełniaczy włóknistych. Podsumowując, stwierdzam że zaprezentowany w pracy materiał analityczno-badawczy, należy do grupy problemów naukowych z zakresu inżynierii mechanicznej, a podjęta tematyka jest ważna i aktualna zarówno z punktu widzenia naukowego jak i aplikacyjnego. Dobrze wpisuje się w aktualne trendy naukowe poszukiwania ekologicznych, środowiskowych kompozycji materiałowych.

3. OCENA MERYTORYCZNA

Rozważania naukowe przedmiotowej rozprawy doktorskiej poświęcone są zagadnieniom badań i analiz zmierzających do opracowania nowych kompozycji materiałów konstrukcyjnych, w oparciu o surowce odpadowe, pochodzące z produkcji rolnej. Współcześnie ten problem ma istotne znaczenie dla realizacji środowiskowej misji, rozwoju procesów przetwarzania w ramach inżynierii mechanicznej, wytwarzania materiałów niezbędnych dla konstruowania efektywnych środowiskowo i energetycznie maszyn i narzędzi.

Zaproponowany temat pracy jest ciekawą zapowiedzią rozwiązania ważnego problemu naukowo-inżynierskiego. Już z pierwszych rozdziałów rozprawy wynika, że Autor świadomy jest współczesnych wyzwań nauki w zakresie wtórnego zagospodarowania odpadów pochodzących po produkcji rolnej. Trafnie zauważa (rozdział 2.2) i wskazuje, że wiedza zawarta w literaturze, głównie w zakresie narzędzi do efektywnego rozdrabniania (rozdział 2.1) i tworzenia napełniaczy pochodzących z rozdrobnionych łodyg, nie wyczerpuje zagadnienia przedmiotu rozprawy. Pomimo tego, że można w pracy znaleźć wiele analiz (rozdział 6) realizowanych naukowo w różnej skali, od laboratoryjnej poprzez działania przemysłowo-technologiczne, doktorant trafnie formułuje wnioski (rozdział 7.1 oraz 7.2) oraz identyfikuje kierunki dalszych badań (rozdział 7.3).

Badania nad ulepszaniem konstrukcji rozdrabniaczy trwają nieustannie od wielu lat. Współcześnie badania w tym zakresie skupiają się głównie nad ulepszaniem i tworzeniem nowych konstrukcji elementów roboczych rozdrabniaczy, dostosowanych do rodzaju materiału, w celu uzyskania jak najmniejszego zużycia energii oraz zredukowania kosztów eksploatacji. Doktorant trafnie zauważa, że konstrukcje rozdrabniaczy tarczowych są cały czas rozwijane, a na potrzeby rozprawy zaproponował nowe i oryginalne konstrukcje tarcz z otworami, zespołu roboczego rozdrabniacza. Właściwie zidentyfikował i wskazał, że istotne są czynniki, które można sklasyfikować w trzech grupach jako: materiałowe, procesowe i maszynowe. Metodami naukowymi wykazał, że prawidłowy dobór oddziaływania niszczącego wpływa na jakość produktu, energochłonność, wydajność i efektywność rozdrabniania. Na podstawie przeprowadzonej analizy stanu wiedzy i praktyki zagadnienia, Doktorant uznał, że istnieje potrzeba oszacowania wpływu cech konstrukcyjnych jednotarczowego zespołu rozdrabniającego na charakterystyki użytkowe, przy rozdrabnianiu łodyg roślin po produkcji rolniczej i określeniu ich wpływu, jako dodatku na właściwości kompozytu o osnowie polilaktydu.

W świetle powyższych ustaleń Doktorant trafnie przyjął nadrzędne cele pracy jako potrzebę przeprowadzenia weryfikacji wpływu zmian cech konstrukcyjnych zespołu rozdrabniającego na charakterystyki użytkowe procesu. Następnie wskazał, że ważna jest także analiza parametrów procesu rozdrabniania łodyg z punktu widzenia uzyskania jak najbardziej korzystnych, wybranych właściwości nowego kompozytu. W celu weryfikacji założeń wskazał także, że ważne jest opracowanie nowych materiałów kompozytowych o osnowie z polilaktydu wzmocnionych materiałem roślinnym w postaci napełniacza z rozdrobnionych łodyg.

Sposób, przebieg i metodykę realizacji celów doktorant opisał w rozdziale 5 oraz rozdziale 6, dzieląc prace na kilka następujących po sobie logicznych etapów. Przy takim założeniu obszar zastosowań można znacznie poszerzyć poprzez szczegółowo ukierunkowane rozważania dla innych materiałów. Moim zdaniem opisana okoliczność jest dobrym fundamentem do podjęcia przedmiotowej tematyki oraz poszukiwań nowych lepszych rozwiązań, stając się jednocześnie autorskim wkładem Doktoranta w rozwój przyszłych badań i próbę identyfikacji wartościowych przemysłowo i naukowo kompozycji tworzywowych.

W dalszych częściach rozprawy Doktorant konsekwentnie i skutecznie realizuje wyznaczone przez siebie zadania badawcze. Stanowią one prawidłowy i logicznie opisany dokument prezentacji osiągnięć i wyników, naukowego sprawozdania z przeprowadzonych, szeroko zakrojonych eksperymentów laboratoryjnych potwierdzających wartość aplikacyjną opracowywanego tworzywa z dodatkiem oryginalnych napełniaczy. Prace te wykonane są samodzielnie z wykorzystaniem rozdrabniacza o znanej charakterystyce i konstrukcji elementów roboczych. Przyjęta przez Autora metoda realizacji podjętych zagadnień, poparta syntetycznym przeglądem literatury, wypełnia współczesne standardy prowadzenia badań i analiz naukowych. W tym zakresie prac Doktorant wykazał się dobrym warsztatem, profesjonalizmem i dojrzałością inżyniera badacza. Zaprezentowana metodyka przygotowania próbek i sposób weryfikacji ich jakości przekonują i zachęcają do dalszego zgłębiania treści pracy. Uzyskane wyniki, dzięki właściwie dobranej, stosowanej aparaturze pomiarowej, dobrze prezentują uzyskane efekty i potwierdzają przydatność przygotowanych zestawów próbek do dalszego postępowania weryfikującego podjęte działania i analizy naukowe.

Odnosząc się do materiałów przedstawionych w częściach badawczych rozprawy (rozdz. 5 i 6) stwierdzam, że mają one pozytywny i cenny charakter dla całej rozprawy. Postępowanie weryfikacyjnych eksperymentów jest logiczne i usystematyzowane, poparte bogatym materiałem wynikowym. Pewien niedosyt dostrzegam w zakresie dość skąpej dyskusji, którą jednak rekompensują zawarte w pracy obszerne zestawienia wyników, pozwalające na jasny i intuicyjnie właściwy odbiór efektów rozprawy.

Zaprezentowane w rozdziale 6.2 wyniki badań kompozytu zostały przeprowadzone starannie i fachowo. Zamieszczona dyskusja, podsumowanie i opisy podstawowe oraz zaprezentowane zestawienia tabelaryczne i graficzne w grupie rezultatów z przeprowadzonych badań są na odpowiednim poziomie.

W mojej opinii dobrze wybrano temat, właściwie sformułowano i osadzono cel oraz problem badań i zadania szczegółowe pracy. Zakres rozprawy uważam za wystarczający dla realizacji podjętego zadania. Uzyskane odpowiedzi w postaci wyników badań (rozdział 6) na postawione problemy badawcze (rozdział 3) pozwalają na stwierdzenie, że cel rozprawy przez Doktoranta został w pełni osiągnięty.

Znaczenie pracy dla dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna polega przede wszystkim, na skutecznym przyczynieniu się Doktoranta, poprzez opisanie w rozprawie efektów naukowych, prowadzących do poznania i opracowania metody tworzenia podstaw wytwarzania nowych kompozytowych materiałów konstrukcyjnych, co ważne, opartych o recyklaty oraz badania ich właściwości użytkowych. Atrakcyjny i aktualny jest dobór materiału badawczego oparty o surowce użytkowe po produkcji rolnej. Rozprawa doskonale wpisuje się w oczekiwania społecznej użyteczności nauki, wzbogaca wiedzę z zakresu inżynierii maszyn, konstruowania, wytwarzania, eksploatacji, w tym użytkowania wyrobów biodegradowalnych.

Mając na uwadze powyższe stwierdzam, że treść pracy jest zgodna z przedmiotem tematycznym określonym w tytule i w poszczególnych rozdziałach.

Wykorzystaną w pracy bibliografię (203 pozycje) oceniam jako wystarczającą i poprawnie dobraną według zakresu tematycznego rozprawy. Jednak moim zdaniem lepszy byłby układ alfabetyczny, a nie przyjęty w rozprawie, w takiej kolejności, jaka wynikała z prezentowanej treści, w poszczególnych rozdziałach rozprawy. Pozytywnie oceniam dużą ilość aktualnych publikacji ze spisu literatury. Publikacje z ostatnich 10 lat stanowią ponad 70% wszystkich pozycji, co świadczy o dużej świadomości Autora i chęci przekazania czytelnikom najnowszych danych.

4. Uwagi krytyczne oraz o charakterze dyskusyjnym

Podczas lektury rozprawy sformułowano uwagi, które wymagają dyskusji - przedstawiono je poniżej:

1. Mając na uwadze potencjalną grupę odbiorców rozprawy doktorskiej, tj. specjalistów z obszaru nauki i przemysłu zajmujących się opisywanymi problemami, analiza stanu wiedzy (str. 37-40) moim zdaniem powinna być bardziej dogłębna i obejmować większy zakres analiz. Może zasadne byłoby wykonanie badań rozpoznawczych rozdrabniania łądyg innych roślin (?), które mogą być potencjalnie zastosowane (po rozdrobnieniu) jako napelniacze. *Dlaczego nie podjęto próby rozdrobnienia roślin np. wyspecyfikowanych w tabeli 2.9 str. 46 ?*
2. Nasuwa się kolejne pytanie: *Jakie było kryterium wyboru do badań łądyg kukurydzy ?* W pracy skupiono się tylko na tych odpadach roślinnych, a ogólnie znane są wyniki badań, że dobre właściwości wskazują kompozyty polimerowe z napelniaczem pozyskanym z rozdrobnionych mechanicznie łądyg konopi siewnych.
3. Sformułowanie wymagające dodatkowego wyjaśnienia, w aspektach różnych ogólnie znanych technik przetwórstwa (str. 10, 8w↓) *....uzyskany produkt rozdrobnienia materiałów włóknistych ma*

igielkowaty kształt, co w przypadku zastosowania go w przetwórstwie tworzyw polimerowych może mieć pozytywny wpływ na końcowe właściwości mechaniczne kompozytu....

4. Sformułowanie wymagające dodatkowego wyjaśnienia (str. 36, 15w↓) dotyczy ...materiału FDM/FFF. Ma on zazwyczaj wąski zakres temperatur przetwórstwa (ok. 12 °C) i w stanie stopiony ma skłonność do degradacji termicznej....

5. Sformułowanie wymagające dodatkowego wyjaśnienia ..nie zwiększają konkurencji o żywność ... (str. 37, w10↑)

6. Sformułowanie wymagające dodatkowego wyjaśnieniamateriał pozostały na każdym sicie na laboratoryjnej przy użyciu wagi analitycznej(str. 62, w 3↑)

Podczas lektury rozprawy zauważono występowanie kilku przejęzyczeń, określeń żargonowych oraz drobnych usterek stylistycznych i edytorskich. Wymienione w opinii uwagi nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej, bowiem mają one w większości charakter porządkowy.

7. Opis i skrót *poli(chlorek winylu)* – został błędnie zapisano PCW – jest to niedopuszczalne w tego rodzaju opracowaniu (str. 5 ; str.8, w1↑)

8. Określenie żargonowe : *dynamicznie rośnie* (str. 8, w1↓)

9. Określenie żargonowe : *gama produktów* (str. 8, w6↓)

10. Określenie nie precyzyjne: *Badania pod kątem modyfikacji* (str.12, w1↓); (str.16,w4↓); (str.66,w9↓); (str.128, w1↓); (str.128, w9↓); (str.128, w3↑)

11. brak przecinka (str. 12, w 4↑) po słowie *środowiskowych*

12. brak przecinka (str. 15, w 1↓) po nazwisku *Sykutera* ,

13. wyraz *międzytarczowej* (str. 18, w 6↑) pomimo słownika w MS Word, pisze się razem

14. wyraz *głównie...* jest „o” powinno być „ó” (str.22, w 10↑)

15. brak przecinka (str. 25, w 6↑) po wyrazie *kartezjaskiego*,

16. wyraz *rozdrabiania* na końcu powinno być „u” (str. 26, w2↓)

17. brak przecinka (str. 29, w 10↑) po wyrazie *czystości*

18. wyraz ...*stosowanej* (str. 29, w 4↑). ...powinno być *stosowanego*

19. wyraz *biokompatybilny* (str. 34, w 12↑) pisze się razem

20. brak przecinka (str. 36, w 9↑) po wyrazie *mineralnego*

21. brak przecinka (str. 37, w 1↓) po wyrazie *syntetycznych*

22. brak przecinka (str. 37, w 4↓) po wyrazie *przetwórczych*

23. brak przecinka (str. 38, w 1↓) po wyrazie *ligniny*

24. brak kropki (str. 38, w 6↑) po wyrazie *rośliny*

25. brak „ w” (str. 41, w 7↓) po wyrazie *dlatego*

26. brak przecinka (str. 45, w 20↓) po wyrazie *matrycy*

27. „*folie orientacyjne*”... (str. 46, w 4↑) powinno być „*orientowane*”

28. „*izolacja termiczna*” ..(str. 47, w 4↑) powinno być „*izolację termiczną*”

29. „*stosowanym*” (str. 48, w 4↓) brakuje na końcu wyrazu „*i*”

30. Żargonowe określenie *bardzo niekorzystne..... próbki w kształcie „psiej kości*” (str. 68, w 3↓); (str. 69, w 11↓) ; (str. 69, w 22↓) (str. 70, w 2↓); (str. 71, w 4↓) (str. 74, w 4↓)jak to ma się do rysunku 5.26 na str. 75 ?

31. brak przecinka (str. 113, w 3↑) po wyrazie *polimerowej*

32. Zgodnie z wymaganiami:*rozprawa doktorska napisana w języku polskim musi być opatrzona dodatkowo streszczeniem w języku angielskim*. Zauważyłem, że w treści pracy brak jest takiego streszczenia zarówno w języku polskim, jak także w języku angielskim.

5. PODSUMOWANIE

Według mojej wiedzy i zawartych w rozprawie relacji z badań własnych, zidentyfikowano i wykazano wiele istotnych dla inżynierii mechanicznej, zależności pomiędzy cechami konstrukcyjnymi narzędzia a cechami użytkowymi oraz badanym składem i strukturą otrzymywanych kompozycji materiałowych. Należy podkreślić konsekwencję i determinację Autora zmierzającą do rozwiązania istotnego i ważnego z punktu widzenia praktyki inżynierskiej problemu naukowego oraz rolę poznawczo-badawczą podjętych zagadnień-eksperymentalnych. Doktorant poprzez realizację kolejnych etapów pracy wykazał:

- poprawność przyjętej metody, zmierzającej do osiągnięcia sformułowanych na wstępie zasadniczych celów rozprawy,
- oryginalność rozwiązane problemu naukowego, co w mojej opinii potwierdza umiejętności Doktoranta do samodzielnego zaplanowania metodyki badań i prowadzenia prac naukowo-badawczych.
- zaprezentowane (uzyskane) w rozprawie wyniki badań i analiz stanowią podstawę do stwierdzenia, że podstawowe cele pracy zostały osiągnięte,
- Kandydat wykazał znajomość i opanowanie wiedzy z zakresu inżynierii mechanicznej, którą wykorzystał w należyтым stopniu podczas prowadzonego oryginalnego metodycznie postępowania analityczno-eksperymentalnego w przedmiotowym zakresie.

Przestawioną do recenzji rozprawę doktorską pt.: „Wpływ cech konstrukcyjnych rozdrabniacza wielokrawędziowego na charakterystyki użytkowe procesu rozdrabniania materiałów włóknistych wykorzystywanych jako napełniacz materiałów polimerowych” niezależnie od przedstawionych w formie dyskusyjnej uwag merytorycznych i redakcyjnych, oceniam pozytywnie. Stwierdzam także, że praca spełnia wymagania Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018r/ poz. 1668 z późniejszymi zm.).

Wnioskuje do Rady Dziedziny Nauk Inżynieryjno-Technicznych Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, o dopuszczenie Pana mgr. inż. Daniela Łącznego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Lublin 23.09.2022

