

Prof. dr hab. inż. Stanisław Radkowski
 Instytut Pojazdów i Maszyn Roboczych
 Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych
 Politechniki Warszawskiej
 emeryt

Warszawa, 04.12.2024r

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Macieja Jerzego Kobielskiego pt.

„ **Optymalizacja układów regulacji przepływu filtracyjnego w zbiornikach żywic wymiany jonowej** ”; przygotowanej pod kierunkiem promotora – dr. hab.inż Wojciecha Skarki prof. PŚ oraz opiekuna przemysłowego dra inż Damiana Kądziaławy.

1.Podstawa prawna sporządzenia recenzji

Recenzja została sporządzona w związku z powołaniem przez Radę Naukową Inżynierii Mechanicznej Politechniki Śląskiej do pełnienia funkcji recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora Panu mgr. inż. Maciejowi Jerzemu Kobielskiemu.

Zgodnie z art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (t.j. Dz.U. 2017 poz. 1789),

mającego zastosowanie w sprawie w związku z art. 175 ust. 1 Przepisów wprowadzających ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z 3.7.2018 r. (Dz.U. 2018 r. poz. 1669), recenzent ocenia, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz dowodzi ogólnej wiedzy teoretycznej doktoranta w zakresie inżynierii mechanicznej, a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Zgodnie z art. 12 ust. 1 ustawy, kryteria formalne to: posiadanie tytułu zawodowego magistra inżyniera zdane egzaminy doktorskie, przedstawiona i obroniona rozprawa doktorska. Kryteria te są poza zakresem oceny dokonywanej przez recenzenta w przewodzie doktorskim, którego uwaga winna się koncentrować na ocenie rozprawy doktorskiej.

Natomiast kryterium merytoryczne, uzasadniające nadanie stopnia doktora, dotyczy właśnie rozprawy doktorskiej. Przede wszystkim powinna ona stanowić **oryginalne rozwiązanie problemu naukowego** (co znajduje wyraz w postawionej w niej tezie lub tezach

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 04.12.2024
 RDJMe 1266/51/2024
 nr zał.

szczegółowych), dowodzi **ogólnej wiedzy teoretycznej** doktoranta w zakresie inżynierii mechanicznej, a także **umiejętności prowadzenia samodzielnie pracy naukowej**. Z perspektywy tych właśnie kryteriów zostanie oceniona rozprawa doktorska przedstawiona przez Kandydata. Recenzja sporządzona została na podstawie oceny rozprawy doktorskiej przedłożonej przez wnioskodawcę. Praca liczy 122 strony, w tym spis treści oraz oraz zawierającą 104 pozycje bibliografię, spis ilustracji oraz spis tabel.

2. Tezy rozprawy doktorskiej

Wysiłek wkładany w przez Kandydata w przygotowanie rozprawy doktorskiej ma na celu weryfikację trafności hipotezy badawczej, bowiem jej trafność potwierdza spełnienie podstawowego kryterium oceny pracy doktorskiej

– dowodzi zidentyfikowania , w tym przypadku , znalezienia nowatorskiego rozwiązanie.

Autor wskazuje, że w pracy koncentruje się na zwiększenie efektywności wykorzystania żywicy wymiany jonowej poczynając od przyjęcia projektu przez optymalizację układu z kryterium funkcji jednorodności wspierającej zadanie wykorzystania pojemności jonowej w pasywnym sterowaniu gradientami ciśnienia w zbiornikach wymiany jonowej, przeznaczonych do zmywarek stosowanych w domu. Podstawą takiego ujęcia jest propozycja rozwiązania konstrukcyjnego przedstawionego w autorskim patencie zastrzeżonym pod numerami: PCT/CN2020/083801, WO 2021/203313 oraz EP 3962867 A0.

Przedstawione w ten sposób zadanie naukowe Autor ujmuje w kolejnych tezach:

- innowacyjna metoda projektowania zbiornika wymiany jonowej umożliwia maksymalizację wykorzystania surowca wykorzystywanego w wymiennikach jonowych. (**Teza nr 1**)

- Zmiana geometrii zbiornika wymiany jonowej, a w szczególności zmiana geometrii otworu dławienia kanału regulacji ciśnienia prowadzi do zmiany homogenizacji prędkości przepływu wewnątrz zbiornika wymiany jonowej, a tym samym umożliwia maksymalizację wykorzystania surowca wykorzystywanego w wymiennikach jonowych (**Teza nr 2**).

Mając na uwadze obecny stan wiedzy w tym zakresie należy uznać, że cele rozprawy sformułowane przez Autora są poprawne, a tematyka pracy ma duże znaczenie naukowo-poznawcze i aplikacyjne.

3. Ogólna ocena rozprawy

Opiniowana praca składa się z sześciu rozdziałów, streszczeń. Układ treści, podział na

rozdziały, sformułowanie celu rozprawy oraz wniosków końcowych są czytelne i logiczne. Recenzowana rozprawa przedstawia zagadnienia związane z opracowaniem metody mechanicznej, inżynierii chemicznej, praktyki przemysłu produkcyjnego oraz aplikacji komputerowych.

Na wstępie Kandydat opisuje proces projektowania urządzeń gospodarstwa domowego.

Odwołując się do przykładu, w pracy przedstawiono stan wiedzy i rozwój techniki i konstrukcji urządzeń automatycznego zmywania naczyń, zakres i funkcjonalności elementów składowych systemów zmywarek oraz ograniczenia wynikające z regulacji prawnych Unii Europejskiej odnośnie urządzeń gospodarstwa domowego.

W następnej kolejności, odwołując się do rzeczywistości przemysłowej, w pracy opisany został proces projektowania urządzenia oraz rola współczesnej metodyki wyceny produktów seryjnych w ujęciu kosztu i ryzyka inwestora w funkcji konkurencyjności produktów.

Pokazana została perspektywa różnorodności typów i funkcji podzespołów wykorzystywanych w zmywarkach domowych oraz przybliżone zostały wykorzystywane technologie wytwarzania wraz z ich wpływem na efektywność kosztową podzespołu.

Następnie z perspektywy inżynierii chemicznej, w ramach opisu stanu wiedzy,

Autor omówił problematykę wymiany jonowej w tym wpływ twardości wody na żywotność urządzeń, aspekty technologiczne związane z wykorzystaniem surowca żywic jonowymiennych, ze szczególnym wskazaniem na znaczenie kosztów. W następnej kolejności opisano stan wiedzy warunkujący w wykonanie serii badań z zakresu mechaniki płynów – opisano istotę zjawisk zachodzących w urządzeniu podlegających opisowi matematycznemu.

Wykorzystując metody analitycznej mechaniki płynów Autor przechodzi ostatecznie do wykorzystania w pracy procedur symulacji i modelowania numerycznego z uwzględnieniem stanu techniki i wiedzy, warunków brzegowych badań, zawierających ograniczenia technologiczne, kosztowe oraz przyjęte założenia.

W następnej kolejności, realizując plan badawczy Kandydat przechodzi do badań wydajności preparatów, stanowiących podstawę do przyjęcia określonych w dalszej części pracy kryteriów korelacji oraz kryteriów optymalizacji. Zakres badań chemicznych zakończony jest analizą statystyczną wyników. Od badań wydajności preparatów plan badawczy przechodzi do opracowania metodyki dla badań empirycznych i symulacyjnych konstrukcji, wraz z metodyką strojenia modelu numerycznego zastosowanego w badaniach. Z uwagi na złożoność zachowania modelu empirycznego zastosowane zostało podejście wykorzystujące dwa badania empiryczne

w zadaniu strojenia modelu symulacyjnego przeznaczonego do właściwego badania optymalizacyjnego. Opis metodyki strojenia zawiera szczegółowy opis statystyki wyników oraz zakres narzędzi statystycznych w tym funkcji korelacji, w zadaniu interpretacji wyników badań. Szczegółowo opisane zostały zarówno dwa badania empiryczne strojenia, metodyka wykonania prototypów, stacji badawczych oraz logika akwizycji danych, jak i sam proces strojenia modelu symulacyjnego z wykorzystaniem pozyskanych danych w oprogramowaniu Ansys Fluent. W ostatnim właściwym kroku badań symulacyjnych, w oparciu o potwierdzone statystycznie strojenie modelu symulacyjnego, opisana została seria symulacji numerycznych w funkcji zmiany geometrii oraz warunków brzegowych przepływu, której wyniki podlegały analizie statystycznej rozkładów z uwzględnieniem populacji komórek. Rozdział metodyki zakończony jest opisem metody analizy statystycznej wyników serii symulacji oraz oceną pozyskanych wartości miar rozproszenia rozkładów w funkcji zmian konstrukcji i warunków brzegowych, co stanowi podstawę oceny stopnia przydatności metody. W rozdziale *Dyskusja* przedstawiony został zakres badania w perspektywie stanu wiedzy i techniki. Uwzględnione zostały uzasadnienie i objaśnienia przyjętych metod i modeli, z jednoczesnym wskazaniem możliwych modyfikacji metody. Rozprawa zakończona jest rozdziałem *Wnioski* wskazującym na implikacje obserwacji.

4. Uwagi szczegółowe i zapytania

Przedstawiona do recenzji rozprawa jest obszernym przedstawieniem szeregu istotnych zagadnień ważnych dla układów wodnych i ich wyposażenia w odpowiednie płyny i sterowanie tymi układami w zmywarkach domowych.

Taki ujęcie pozwala Autorowi dodatkowo analizować przyjęte rozwiązania i formułować wnioski co do dalszych prac i kierunków badań. Równocześnie w trakcie czytania rozprawy pozwala sformułować również kilka szczegółowych uwag.

Stan wiedzy o rozwiązaniach technicznych oraz doświadczenie zawodowe Autora niniejszej rozprawy umożliwia mu przybliżenie rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń układów automatycznego, stosowanych we współczesnych zmywarkach zarówno w ujęciu historycznym jak i odnośnie opisu zakresu i funkcjonalności elementów składowych systemów zmywarek wynikających z rozwiązań prawnych Unii Europejskiej. Jest to bardzo interesująca część wprowadzenia w tematykę pracy, dodatkowo uzupełniona finansowymi odniesieniami do kosztu i ryzyka inwestora w procesie projektowania urządzenia oraz

przybliżeniem zagadnień współczesnej metodyki wyceny produktów seryjnych z uwzględnieniem strategii w badaniach i rozwoju w tym kosztów industrializacji dla każdego nowego urządzenia. Śledzenie tych opisów wymaga szczególnej uwagi ze względu na pojawiające się niedociągnięcia redakcyjne (np. str. 5, drugi akapit od dołu „Całościowy produkcji pojedynczych elementów składowych maszyn cechuje się wysoką wrażliwością opłacalności na niewielkie fluktuacje jednostkowego kosztu materiału”) Sugeruję wykonanie dodatkowej korekty pracy, przed wysłaniem do druku.

Ważnym elementem analizy poprawności cyfrowego odwzorowania modelu rzeczywistego w odtwarzaniu rzeczywistego przepływu jonitu wewnątrz ciała porowatego jest analiza poziomu skorelowania wyników uzyskanych w ramach serii badań empirycznych z wynikami stymulacji, otrzymanymi w tych samych punktach pomiarowych środowisku CFD Ansys Fluent. Celem tego działania było potwierdzenia parametrów odwzorowania opisującego rozkłady wewnątrz żywicy.

Należy zauważyć, że zaproponowane przez Autora testy są dobrze dobrane co do samej zasady porównania rozkładów. Natomiast, mając na uwadze niewielkie różnice o otrzymanych rezultatach analizy, warto by było również uwzględnić odpowiednio wybrane inne testy, na przykład test Kołmogorowa-Smirnoffa w tych miejscach gdzie test Andersa-Darlinga nie wykazuje aż tak zauważalnych różnic (dobór rozkładu, str. 85). Innym problemem jest też dobór rozmiaru próbek, bowiem na tak małej liczbie obserwacji może być trudno wyróżnić konkretne rozkłady. Warto byłoby przybliżyć istotę wyboru 100 klastrów - jaki był powód takiego wyboru i jaką metodą tę liczbę ustalono (str. 94)? Z opisu nie wynika Jak generowane są wspomniane klastry i jaki jest cel ich utworzenia? Prośba o przybliżenie tego problemu.

Poza tym, warto zauważyć, że próba, próbka i populacja to nie to samo i dobrze by było to rozróżniać. W testach korelacji też nie jest napisane jaki test został użyty (Pearson najprawdopodobniej, ale do nieliniowych zależności może lepiej spojrzeć też na test tau-Kendalla?). Również nie ma o p-value itd. (str. 87).

Ostatnie uwagi bardziej dotyczą użytych określeń bądź nazewnictwa, np. nie ma też czegoś takiego jak dopasowanie korelacji - jest po prostu wyliczony współczynnik korelacji i tyle, korelacja jest miarą siły związku pomiędzy dwoma wartościami, a nie czymś, co "dopasowujemy".

Następna wiążąca się z nazewnictwem uwaga- wykresy na str. 86 noszą nazwę wykresów kwantylowych (kwantyl/kwantyl lub QQ-plot).

I na koniec wątpliwość : czy przyjęte rozwiązanie jest możliwe przy wykorzystaniu zaproponowanego w pracy układu sterowania bez określenia wpływu losowości, inaczej czy możemy analizować ten układ bez uwzględniania modeli probabilistycznych?

5.Końcowa ocena pracy

Oceniając całość przedstawionej rozprawy należy podkreślić istotną wagę poznawczą i techniczną głównego problemu pracy. Autor w głównej mierze skupił się nad opracowaniem metody oceny proponowanego rozwiązania co w pełni wyczerpuje zakres rozprawy doktorskiej. Takie ujęcie pozwala całkowicie ocenić poprawność przyjętej metodyki postępowania, przeprowadzić analizę i zweryfikować otrzymane wyniki.

Zagadnienie zostało rozwiązane samodzielnie, a uzyskane rezultaty mogą być w części wykorzystane bezpośrednio w postaci rozwiązań aplikacyjnych, w części stanowią przesłankę do dalszych badań metodycznych. Rozwiązując zadanie określone w pracy Autor wykazał się dobrą znajomością i wyczuciem problemów technicznych i rzetelną wiedzą. Połączenie tej jej ze znajomością metod prowadzenia badań laboratoryjnych umożliwiło Doktorantowi rozwiązanie interesującego zadania naukowo-technicznego.

Szczególną wagę ma połączenie badań symulacyjnych z aplikacją , bowiem wskazuje na możliwość wdrożenia uzyskanych wyników rozprawy.

Na uwagę zasługuje zakres prac badawczych, które umożliwiły opracowanie recenzowanej rozprawy doktorskiej, oryginalność rozwiązania istotnego zagadnienia naukowego, a tym samym fakt potwierdzenia umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta.

Praca jest wartościowa, ciekawa, na wysokim poziomie merytorycznym. Zdecydowanie zasługuje na publikację.

Podsumowując, recenzowana praca spełnia wszystkie kryteria właściwe dla rozpraw doktorskich, co uzasadnia postawienie wniosku o przyjęcie rozprawy doktorskiej, dopuszczenie jej do publicznej obrony , kontynuowanie czynności w ramach przewodu doktorskiego i może służyć za podstawę do rozpatrzenia wniosku o nadanie Kandydatowi stopnia doktora nauk technicznych. Wobec spełnienia wszystkich wymogów ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z 2018 roku, stawiam wniosek o dopuszczenie mgr. inż.Macieja Jerzego Kobielskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. S. Radkowski

/podpis odręczny/

*wyłączenie jawności w zakresie danych osobowych oraz ochrony prywatności osoby fizycznej na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (tj. Dz.U. z 2016 r., poz. 1764)