

dr hab. inż. Marian Kordas, prof. ZUT

Szczecin, 18.09.2023 r.

e-mail: mkordas@zut.edu.pl

tel. 91 449-43-32

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Patrycji Jachimczyk nt. „Modyfikacje powierzchni włókniny filtracyjnej stosowanej do separacji rozproszonych zanieczyszczeń ciekłych”

Promotor pracy: dr hab. inż. Andrzej Krasieński, prof. PW

Podstawą formalną sporządzenia niniejszej recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Warszawskiej, Pana prof. dr hab. inż. Tomasza Sosnowskiego z dnia 7 lipca 2023 r. informujące, że 4 lipca 2023 r. uchwałą RNDICH.7-1.2023 zostałem poproszony o opracowanie recenzji rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Patrycji Jachimczyk nt. „Modyfikacje powierzchni włókniny filtracyjnej stosowanej do separacji rozproszonych zanieczyszczeń ciekłych” w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplina inżynieria chemiczna. Wymogi formalne recenzji zawarte są w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

1. Podstawowe dane o kandydacie ubiegającym się o nadanie stopnia doktora

Przesłana do recenzji dokumentacja składała się z rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Patrycji Jachimczyk nt. „Modyfikacje powierzchni włókniny filtracyjnej stosowanej do separacji rozproszonych zanieczyszczeń ciekłych” w formie monografii, informacji o dorobku naukowym oraz CV.

Pani mgr inż. Patrycja Jachimczyk jest absolwentką studiów drugiego stopnia specjalność Inżynieria Procesów Ochrony Środowiska, które ukończyła na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej, Politechniki Warszawskiej w 2013 r.

Dorobek naukowy kandydatki składa się z: 3 artykułów z bazy JCR, 2 artykułów spoza bazy JCR, 16 wystąpień konferencyjnych, 1 rozdziału w monografii.

Pani mgr inż. Patrycja Jachimczyk brała udział w 3 projektach badawczych w charakterze wykonawcy oraz grantu dziekańskim, na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Warszawskiej.

2. Informacje o ocenianej rozprawie doktorskiej

Wybór tematu badawczego, celu rozprawy oraz zastosowanych metod badawczych

Proces filtracji należy do grupy operacji jednostkowych które zachodzą na skutek działania sił mechanicznych. Operacja filtracji jest powszechnie stosowana zarówno w przemyśle jak i życiu codziennym głównie do usuwania zanieczyszczeń, stałych i/lub ciekłych z przepływającego strumienia gazów lub cieczy. Nieustające zainteresowanie inżynierii chemicznej i procesowej praktycznym zastosowaniem procesu filtracji wynika z tego, że jego realizacja może być skuteczna, tania i łatwa do przeprowadzenia.

W przypadku zastosowania procesu filtracji uzyskanie wysokiej skuteczności separacji zanieczyszczeń przy jednoczesnym zachowaniu niskiego oporu przepływu nie jest zadaniem łatwym w realizacji. Opracowanie nowej struktury złoża filtracyjnego może być związane zarówno z jego morfologią, upakowaniem elementów wypełnienia jak i właściwościami powierzchniowymi zastosowanej przegrody filtracyjnej co wpływa na sposób i trwałość osadzania się depozytów.

Celem rozprawy doktorskiej było opracowanie materiału filtracyjnego wykazującego wzrost zdolności samooczyszczania się odseparowanych kropeł wody z oleju napędowego.

Tematyka rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Patrycji Jachimczyk jest aktualna i dotyczy istotnego problemu jakim jest modyfikacja powierzchni filtracyjnej stosowanej do separacji rozproszonych zanieczyszczeń ciekłych co pozwala na uzyskanie produktu o wysokiej jakości.

Moim zdaniem cel jaki został wskazany przez autora rozprawy ma duże znaczenie praktyczne i został osiągnięty, co bez wątpliwości wymagało dużej wiedzy i znajomości tematu.

Zastosowane metody badawcze zarówno doświadczalne jak i metody obliczeniowe są odpowiednie i nie budzą wątpliwości.

Charakterystyka układu rozprawy oraz zastosowane piśmiennictwo

Recenzowana rozprawa Pani mgr inż. Patrycji Jachimczyk nt. „Modyfikacje powierzchni włókniny filtracyjnej stosowanej do separacji rozproszonych zanieczyszczeń ciekłych”, ma formę pisemnego manuskryptu, który obejmuje łącznie 150 stron. Praca zawiera: streszczenie, spis treści, wykaz stosowanych oznaczeń, wstęp, określenie problemu badawczego, cel i zakres pracy, część literaturową, część eksperymentalną, analizę uzyskanych wyników,

podsumowanie i wnioski, bibliografię oraz wykaz dotyczący dorobku naukowego kandydatki. Rozprawa doktorska zawiera 11 tabel, 54 rysunków oraz 159 odnośników literaturowych.

Teś i układ rozprawy doktorskiej, kolejność rozdziałów oraz ilość stron poszczególnych części są poprawne, kompletne i zgodne z ogólnie przyjętymi zasadami redagowania. Zastosowane piśmiennictwo jest poprawne i nie budzi zastrzeżeń.

Poniżej omówiono skrótowo zawartość istotnych części rozprawy doktorskiej.

Rozdział 1 zawiera informacje wprowadzające do tematyki poruszanej w rozprawie doktorskiej.

W rozdziale 2 przedstawiono problem badawczy, oraz motywację podjęcia tematyki badawczej związanej z tematem rozprawy doktorskiej.

Rozdział 3 podaje cel i zakres rozprawy wraz z podziałem na etapy jego realizacji.

Rozdział 4 poświęcony jest metodyce prowadzonej pracy badawczej i zawiera bardzo przejrzysty schemat pokazujący poszczególne etapy prowadzenia badań.

Rozdział 5 rozpoczyna część literaturową rozprawy doktorskiej i poświęcony jest: charakterystyce procesu rozdziału układów ciec-ciecz, przegród separacyjnych oraz metod testowania filtrów oleju napędowego.

Rozdział 6 omawia metody hydrofobizacji mające zastosowanie w przypadku powierzchni materiałów filtracyjnych.

Rozdział 7 poświęcony jest opisowi oddziaływań pomiędzy kroplą a powierzchnią płaską oraz chropowatą.

Rozdział 8 rozpoczyna część doświadczalną rozprawy doktorskiej i poświęcony jest przygotowaniu i charakterystyce materiału referencyjnego stanowiącego odniesienie względem prowadzonych dalszych badań oraz przeprowadzonym modyfikacjom powierzchni filtracyjnej.

W rozdziale 9 omówiono budowę i działanie układu doświadczalnego przeznaczonego do weryfikacji skuteczności procesu separacji wody z oleju napędowego, pokazano sposób wykonania filtrów, sposób generowania kropeł wody w oleju napędowym oraz rozkład uzyskanych rozmiarów kropeł wody względem obrotów wirnika pompy.

Rozdział 10 przedstawia wyniki uzyskane na drodze doświadczalnej charakteryzującej materiały filtracyjne: referencyjny, modyfikowany cząstkami krzemionki (SiO₂) i fluorosilanem (FOTS), modyfikowany aerozelem oraz modyfikowany

oktadecyltrichlorosilanem (OTS). Badania materiałów filtracyjnych obejmowały również: analizę FTIR, statyczny kąt zwilżenia, kąt ześlizgu, analizę morfologii w oparciu o obrazy SEM, spadek ciśnienia, stężenie wody nierozpuszczonej za filtrem. W rozdziale tym porównano również najlepszy materiał filtracyjny (wybrany w powyższych badaniach) z materiałami komercyjnymi.

Rozdział 11 poświęcono rozważaniom teoretyczno-obliczeniowym zachowania się pojedynczej kropli wody na hydrofobowej powierzchni poddanej działaniu siły zewnętrznej. W rozdziale tym zaproponowano opis matematyczny z uwzględnieniem danych otrzymanych na drodze doświadczalnej co pozwoliło na sformułowanie wniosków dotyczących wpływu: adhezji kropli wody do powierzchni materiału filtracyjnego na oczyszczanie się powierzchni materiału filtracyjnego.

Ostatni rozdział 12 zawiera podsumowanie i wnioski sformułowane w oparciu o przeprowadzoną analizę otrzymanych wyników. Przeprowadzone porównanie otrzymanego materiału filtracyjnego (OTS) z dwoma przykładowymi materiałami komercyjnymi wskazuje, że nowe rozwiązanie może mieć potencjał aplikacyjny.

3. Ogólna ocena merytoryczna rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska jest wykonana w formie pisemnego manuskryptu, który wykazał, że doktorantka koncentruje się głównie na tematyce związanej z utrzymaniem wysokiej czystości oleju napędowego oraz skuteczności filtrów przy separacji zdyspergowanej wody. Rozprawa doktorska jest napisana czytelnie z bardzo dużą dbałością edytorską.

Głównym celem rozprawy doktorskiej jest opracowanie metody modyfikacji powierzchniowej włókninowego materiału separacyjnego, prowadzącej do otrzymania hydrofobowego materiału ze zdolnością do samooczyszczania. Dodatkowo w rozprawie doktorskiej zaproponowano opis matematyczny kropli wody na hydrofobowej powierzchni.

W części literaturowej rozprawy przedstawiono problematykę związaną z oczyszczeniem paliw z zastosowaniem materiałów filtracyjnych. W części tej poruszono problematykę oddziaływania zachodzącego między kroplą a powierzchnią. Przeprowadzony przegląd literaturowy dotyczył również zagadnienia hydrofobowości i niskiej adhezji wody do

powierzchni i sposobów modyfikacji powierzchniowych wpływających na skład chemiczny oraz morfologię powierzchni.

W części doświadczalnej rozprawy doktorskiej przebadano trzy metody modyfikacji powierzchniowej włókninowego materiału separacyjnego, który poddano ocenie z uwzględnieniem kątów zwilżania i ześlizgu kropli wody. Skuteczność opracowanych materiałów filtracyjnych w procesie separacji rozproszonych kropelek wody z oleju napędowego przeprowadzono z uwzględnieniem prędkości pozornej przepływu oraz średniej wielkości kropelek wody. Przeprowadzone badania doświadczalne wykazały, że najwyższą sprawność separacji wody z oleju napędowego wykazał materiał zmodyfikowany powierzchniowo oktadecyltrichlorosilanem (OTS).

Moim zdaniem cel jaki został wyznaczony przez autorkę rozprawy doktorskiej został z powodzeniem osiągnięty.

Rozprawa doktorska niestety zawiera nieścisłości, których część wymaga wyjaśnienia podczas obrony pracy a które zostały wymienione w kolejnym punkcie.

Informacje zamieszczone w recenzowanej rozprawie doktorskiej wykazały, że doktorant poprawnie i umiejętnie posługuje się przyrządami pomiarowymi oraz potrafi stosować aktualne metody obliczeniowe umożliwiające rozwiązywanie praktycznych zagadnień inżynierskich.

4. Uwagi krytyczne

Brak jest istotnych uwag. W pracy występują drobne błędy jednak błędy te nie wpływają na jakość recenzowanej rozprawy doktorskiej:

- brak jednolitego systemu stosowania w podpisach rysunków i opisach tabel pełnej nazwy lub skrótu w pracy jest „Tabela” i „Rys.”
- str. 18, 27, 74, niski stopień wypełnienia stron, który można uniknąć poprzez zmianę formatowania lub organizacji tekstu,
- brak odnośników literaturowych w rozdziale 1 str. 19, lub ich zbyt mała ilość str. 31, 37,
- w pracy nie ustrzeżono się przed błędami i potocznymi sformułowaniami np. „...spadki ciśnienia materiału filtracyjnego...” str. 109, „Doświadczalną część badań rozpoczęła analiza literatury...” powinno być „poprzedziła” str. 28, „...w dokładny sposób...” str. 20, „...dostosowywano jednak...” str. 28, „... zdolności do zatrzymywania zdyspergowanej...

powinno być „separacji” str.28, „...przewagę procesową...” str.29, „Sam mechanizm...” str. 32, „...połączonych kawałków...” str. 46, „...w odpowiednich proporcjach...” str. 46, wyjaśnienie symboli jest „gdzie...” powinno być „gdzie:” str. 60, 62, 120

- grupy rozdziałów (10.1.1, 10.3.1, 10.4.1), (10.2.2, 10.3.2, 10.4.2), (10.2.3, 10.3.3, 10.4.3), (10.1.4, 10.2.4, 10.3.4, 10.4.4) mają takie same tytuły, należało je doprecyzować,
- większość rysunków ma zbędne obramowania.

Proszę Doktorantkę o odniesienie się do następujących pytań i komentarzy podczas obrony:

- 1) Rozprawa doktorska zawiera rysunki: 9-1, 10-22, 10-23, 10-27, 10-28, 10-29, 10-30, które pochodzą z artykułu naukowego własnego autorstwa opublikowanego w 2021 roku. Rysunki zamieszczono bez korekty lub z korektą polegającą głównie na przetłumaczeniu na język polski legendy i oznaczenia osi. Rysunki przedstawiają ważne informacje takie jak: aparatura doświadczalna, wyniki uzyskane dla materiału modyfikowanego OTS i mają odnośniki literaturowe.

Proszę o wyjaśnienie jak należy traktować fragmenty pracy doktorskiej gdzie zamieszczono wymienione rysunki skoro praca nie ma charakteru przewodnika po publikacjach?

- 2) Proszę o udzielenie informacji dotyczących oleju napędowego jaki został zastosowany w badaniach ponieważ skład i właściwości oleju napędowego dostępnego na stacjach paliwowych jest uzależniony od okresu w jakim jest oferowany (letni, przejściowy, zimowy).
- 3) Na stronie 66 jest informacja „Syntezę cząstek krzemionki prowadzono w układzie z mieszaniem w temperaturze 40°C.” Proszę o udzielenie informacji dotyczących układu mieszającego.
- 4) Proszę o informacje ile wynosiła średnica przewodów łączących zbiornik, pompy itp., oraz jaki został zastosowany model pompy obiegowej w instalacji Rys. 9-1.
- 5) Na stronie 77 jest informacja „Dopływ oleju napędowego do obudowy realizowany był przez układ otworów rozmieszczonych na obwodzie okręgu w górnej części obudowy, co zapewniało dobrą dystrybucję strumienia do wnętrza obudowy przed filtrem”.

Proszę o podanie informacji o geometrii obudowy filtra np. ilość i średnica otworów, średnica obudowy, średnica filtra itp.

- 6) Tabela 9-1 podaje informacje dotyczące parametrów geometrycznych dwóch wariantów filtrów stosowanych w badaniach.
Proszę o informacje czy oba warianty zostały przebadane?
- 7) Tabela 9-4 zawiera informacje dotyczące rozkładu rozmiarów kropeł na wylocie z pompy.
Proszę o informacje ile wynosiło natężenie przepływu oraz czy przy uzyskaniu tych danych wykorzystano zawór membranowy V1, Rys. 9-1.
- 8) Analiza mikroskopowa materiału referencyjnego str. 83 podaje, że „Defekty te były jednak niejednorodne i prawdopodobnie mogły być wynikiem termicznej deformacji włókien (rozszerzalności i/lub skurczu podczas chłodzenia).”
Proszę o informacje czy utwardzanie termiczne materiału referencyjnego było prowadzone szokowo, czy przebiegało zgodnie z planem czasowym i temperaturowym?
- 9) Proszę o informacje czy modyfikowany filtr „OTS” może mieć inne zastosowanie niż w układzie paliwowym samochodu?
- 10) Proszę o informacje czy filtr „OTS” może powrócić do prawidłowej pracy po „przebiciu” przy zwiększeniu średnic kropeł lub zmniejszeniu przepływu?

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Rozprawa doktorska nie budzi zastrzeżeń zarówno pod względem merytorycznym jak i formalnym. Podjęta tematyka badawcza, sformułowany cel pracy oraz sposób jego realizacji uważam za prawidłowy z tego powodu rozprawę doktorską Pani mgr inż. Patrycji Jachimczyk nt. „Modyfikacje powierzchni włókniny filtracyjnej stosowanej do separacji rozproszonych zanieczyszczeń ciekłych” **oceniam pozytywnie.**

Uważam, że recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Patrycji Jachimczyk stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Rozprawa doktorska wykazuje cechy nowości naukowej, jej przygotowanie wykazało, że doktorantka posiada zarówno wiedzę teoretyczną jak i praktyczną oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria chemiczna.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska spełnia obecne wymagania stawiane rozprawom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie Pani mgr inż. Patrycji Jachimczyk do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Marian Kowalski 7