POLITECHNIKA WARSZAWSKA
Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej
ul. Waryńskiego 1, 00-645 Warszawa
tel./faks: 22 825 1440
prof. dr inż. Andrzej I. Stankiewicz
e-mail: andrzej.stankiewicz@pw.edu.pl

Warszawa, 22 stycznia 2024 roku

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Piotrowskiego

pod tytułem „Opracowanie i wdrożenie ulepszonej, niskoemisyjnej technologii przemysłowego wytwarzania octanu etylu"

Promotor pracy: Dr hab. inż. Robert Kubica

Promotor pomocniczy: Dr inż. Maksymilian Gądek

Podstawą sporządzenia niniejszej recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Śląskiej z dnia 06.12.2023 informujące o decyzji Rady o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. inż. Wojciecha Piotrowskiego.

Recenzja przygotowana została w oparciu o manuskrypt pracy przesłany mi przez autora drogą elektroniczną w dniu 07.11.2023 roku.

- CZĘŚĆ JAWNA -

1. Przedmiot i zakres pracy

Przedmiotem pracy jest poszukiwanie ulepszeń, zarówno procesowych jak i aparaturowych, w technologii produkcji octanu etylu. Związek ten stosowany jest powszechnie jako nisko toksyczny rozpuszczalnik, mogący zastąpić szereg bardziej uciążliwych środowiskowo rozpuszczalników, takich jak benzen, aceton, metanol, czy tetrahydrofuran. Praca wykonana została dla firmy SOLVENT WISTOL przygotowującej się do wdrożenia przemysłowej produkcji wyżej wymienionego rozpuszczalnika.

Jako praca obejmująca całościowo procesu produkcji octanu etylu, rozprawa pana Piotrowskiego jest bardzo obszerna i liczy 255 stron tekstu głównego oraz 2 załączniki. Tekst rozprawy składa się z ośmiu rozdziałów.

Rozdział 1 stanowi wprowadzenie do octanu etylu, opisuje jego właściwości fizyko-chemiczne oraz zastosowania. Zawiera on także przegląd metod jego produkcji i oczyszczania oraz omawia rozwiązania aparaturowe w obszarach destylacji i ekstrakcji octanu etylu. Rozdział ten kończy się analizą możliwych dostępnych technologii i rozwiązań aparaturowych oraz wyznaczeniem na ich

podstawie możliwych usprawnień procesowych i aparaturowych, stanowiących przedmiot dalszej części pracy.

Rozdział 2 przedstawia przedmiot i cel pracy, omawiając warunki, jakie nowo opracowana technologia winna spełnić, aby zostać wdrożoną na skale przemysłową. W dalszej części rozdziału opisany jest bardziej szczegółowo planowany zakres prac badawczych, zarówno w zakresie usprawnień procesowych jak i aparaturowych.

Rozdział 3 prezentuje pokrótce przygotowaną koncepcję technologii produkcji octanu etylu oraz opisuje planowane badania w zakresie ulepszeń procesowych i aparaturowych w kolejnych częściach pracy.

Rozdział 4 skupia się na wspomnianych powyżej ulepszeniach procesowych i opisuje badania zaproponowanego alternatywnego katalizatora oraz studium modelowe służące optymalizacji procesu. Badania katalizatora objęły pomiary korozyjności mieszaniny reakcyjnej metodą immersyjną oraz standardowe badania kinetyki reakcji estryfikacji. Z kolei optymalizacja procesu oparta została o jego modelowanie przy użyciu oprogramowania CHEMCAD i wykorzystaniu modelu termodynamicznego UNIQUAC.

Rozdział 5 poświęcony jest badaniom dwóch elementów stanowiących usprawnienia aparaturowe w omawianym procesie. Pierwszym z nich jest zmodyfikowana półka do kolumny destylacyjnej. Badana była zarówno charakterystyka hydrauliczna jak i kinetyka wymiany masy na półce, zaś przy użyciu analizy wymiarowej opracowano korelacje opisujące spadek ciśnienia oraz szybkość transportu masy w układzie. Drugie z badanych usprawnień to prototypowy mieszalnik wykorzystywany w procesie ekstrakcji. W urządzeniu tym przeprowadzono badania hydrauliki, na podstawie analizy wymiarowej zaproponowano korelację opisującą spadek ciśnienia, przeprowadzono modelowanie hydrodynamiki za pomocą oprogramowania CFD oraz wykonano pomiary wymiany masy w aparacie.

Rozdział 6 opisuje proces wdrożenia opracowanej technologii octanu etylu i zawiera analizę ekonomiczną oraz opis budowy instalacji produkcyjnej i badan ruchowych.

Dwa końcowe rozdziały to posumowanie i wnioski z całości pracy oraz obszerny spis literatury.

2. Ogólna ocena merytoryczna pracy

Jak opisałem to w poprzednim punkcie, przedłożona rozprawa obejmuje niezwykle szeroki zakres badań prowadzonych w ścisłym kontekście przemysłowym. Kontekst ten wymusza bardziej praktyczny, badawczo-rozwojowy, niż fundamentalny charakter pracy, co jednak nie umniejsza jej wartości, ani też nie ma wpływu na jej merytoryczna ocenę. Ów kontekst przemysłowy sprawia również, iż nowatorskie aspekty pracy leżą w koncepcji technologii (patent, którego doktorant jest współautorem) oraz w jej elementach stanowiących przedmiot badań (alternatywny katalizator, zmodyfikowana półka destylacyjna oraz mieszalnik), nie zaś w samym podejściu do zagadnienia czy w użytych metodykach badawczych, które należy uznać za konwencjonalne.

Z drugiej strony, tak szeroki zakres pracy i stojących przed autorem zadań wymagał od niego rozwinięcia całego szeregu umiejętności, takich jak myślenie konceptualne, prowadzenie i opracowywanie wyników badań eksperymentalnych o zróżnicowanej tematyce (korozja, kataliza, hydraulika, procesy transportu masy), modelowanie w CFD, symulacja procesowa, czy analiza kosztów. Autor wywiązał się z tych wszystkich zadań dobrze i jego rozprawa zasługuje na dopuszczenie

do obrony, zaś efekt finalny przeprowadzonych badań – wdrożenie ich wyników w skali przemysłowej – stanowi bez wątpienia mocny atut pracy.

Jednak mimo poprawności warsztatowej i ogólnie pozytywnej oceny, praca Pana mgr. Piotrowskiego pozostawia w paru obszarach uczucie pewnego niedosytu. Szczególnie proces dochodzenia do wyboru możliwych usprawnień wydaje się mocno „jakościowy". Rozumiem, że wybór konkretnej opcji technologicznej dokonany został przez partnera przemysłowego i dyktowany był także przesłankami wykraczającymi poza zakres obecnej pracy, jednak szersze porównanie owej opcji z innymi podniosłoby walor poznawczy rozprawy. Do analizy porównawczej wybrano jako proces referencyjny chińską technologię, która istotnie rożni się od technologii badanej w niniejszej pracy. Dane dotyczące procesu chińskiego, uzyskane, jak rozumiem, z Internetu, są ponadto, z natury rzeczy, zdawkowe. Jednocześnie w literaturze jest szereg studiów zajmujących się syntezą procesową i optymalizacją rozmaitych technologii wytwarzania octanu etylu, które mogłyby dostarczyć autorowi więcej materiału porównawczego, a które pominięte zostały w obecnej rozprawie. Piszę o tym szczegółowo w niejawnej części recenzji.

3. Szczegółowe komentarze i uwagi krytyczne

Szczegółowe komentarze i uwagi krytyczne zawarte zostały w niejawnej części recenzji.

4. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Wojciecha Piotrowskiego stanowi oryginalne rozwiązanie istotnego przemysłowo problemu naukowego oraz potwierdza umiejętność prowadzenia przez doktoranta badań naukowych i wdrożeniowych w dyscyplinie inżynieria chemiczna. Przeprowadzone badania wykazały, że doktorant potrafi operować technikami eksperymentalnymi oraz potrafi stosować nowoczesne metody obliczeniowe do rozwiązywania zagadnień inżynierskich. Doktorant w sposób poprawny wywiązał się z postawionego celu rozprawy.

W wyniku pracy mgr. inż. Wojciecha Piotrowskiego powstała ulepszona technologia produkcji octanu etylu, wdrożona w skali przemysłowej.

Przedstawione w recenzji pytania i uwagi, mogą stanowić płaszczyznę do merytorycznej dyskusji podczas publicznej obrony.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny praca spełnia wszelkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim i stawiam wniosek o jej przyjęcie przez Radę Dyscypliny oraz dopuszczenie mgr inż. Wojciecha Piotrowskiego do publicznej obrony pracy.

Podpisano odręcznie przez autora