

Dr hab. Dobiesław Nazimek
Uniwersytet przyrodniczy w Lublinie
Wydział Inżynierii Produkcji
Katedra Energetyki i Środków Transportu

Lublin, 14 listopada 2017 roku

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Łukasza Świątka

„Katalityczna redukcja tlenu azotu z konwersji energetycznej biomasy”

Niniejsza rozprawa została wykonana i napisana na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej pod kierunkiem Pana dr hab. inż. Marka Kułazyńskiego. Promotorem pomocniczym był dr inż. Robert Wejkowski.

Praca doktorska Pana mgr inż. Łukasza Świątka wpisuje się w najbardziej aktualny nurt badań nad oczyszczaniem spalin z procesów pozyskiwania energii. Doktorant podjął trudny temat związany z ograniczeniem tak zwanej „niskiej emisji”. Emisja zanieczyszczeń z kotłów małej mocy stanowi duży problem ekologiczny. Dotyczy to zwłaszcza małych aglomeracji miejskich i stref podmiejskich dużych miast. O ile urządzenia grzewcze eksploatowane w energetyce zawodowej od kilkunastu lat muszą spełniać normy toksyczności spalin (zastosowano w tym celu odpylanie, odsiarczanie i odazotowanie spalin), to w przypadku kotłów małej mocy brak było uregulowań prawnych a w związku z tym rozwiązań technicznych i technologicznych. Zastosowanie układów katalitycznych w oczyszczaniu spalin tego typu kotłów jest trudnym zadaniem z uwagi na ich odmienną konstrukcję, małe strumienie spalin a także niestabilność warunków pracy. W tym kontekście wybór tematyki rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Świątka należy uznać za trafny, aktualny i bardzo ambitny. Jego praca poświęcona jest opracowaniu układu katalitycznego prowadzącego do redukcji tlenków azotu w układzie wewnętrznym komory paleniskowej kotła zasilanego biomasą.

Istotną nowością pracy jest zastosowanie układu katalitycznego wewnątrz komory paleniskowej kotła. Doktorant określił zakres temperatury wewnątrz komory spalania kotła, a następnie na podstawie uzyskanych wyników określił optymalną lokalizację układu katalitycznego. Autor pracy postawił sobie za zadanie poznanie aktywności badanych materiałów katalitycznych oraz czynników decydujących o ich działaniu. W szczególności Doktorant określił przydatność opracowanego układu katalitycznego zlokalizowanego wewnątrz komory paleniskowej kotła do redukcji tlenu azotu. Autor odniósł uzyskane wyniki aktywności katalitycznej do układu komercyjnego stosowanego w energetyce zawodowej, gdyż w stosunku do kotłów małej mocy brak jest analogicznych rozwiązań. Zastosowana w pracy metoda numerycznej dynamiki płynów pozwoliła na określenie lokalizacji wewnątrz komory paleniskowej, w której panują najkorzystniejsze warunki do efektywnej pracy katalizatora redukującego tlenek azotu. Przeprowadzone obliczenia CFD zostały wykorzystane do symulacji redukcji tlenków azotu metodą selektywnej niekatalitycznej redukcji amoniakiem.

Manuskrypt, liczący 159 ponumerowanych stron posiada dosyć typowy układ w podziale na część literaturową i doświadczalną. Na początku pracy, Autor zamieścił krótkie wprowadzenie oraz w pięciu rozdziałach zamieszczone zostały informacje związane z tematem pracy, niezbędne do zrozumienia poruszanych w niej zagadnień. W dalszej kolejności Autor przedstawił cel i zakres pracy. Część eksperymentalna zawiera opis

stosowanych materiałów, aparatury oraz procedur badawczych i obliczeniowych. W tej części pracy zawarte są również wyniki pomiarów wykonanych przez Autora wraz z ich rzeczową dyskusją. Końcowa część pracy to wnioski i zestawienie cytowanej literatury. Spis cytowanej literatury zawiera 183 odnośniki, w większości w sposób adekwatny oddające stan aktualnej wiedzy w tej tematyce badań. Cytowane prace to w przeważającej ilości artykuły opublikowane w wysoko renomowanych czasopismach anglojęzycznych w ciągu ostatnich kilkunastu lat. Przedstawiony tekst manuskryptu jest napisany w sposób zwięzły i zrozumiały. Pod względem edytorskim rozprawa została przygotowana poprawnie, z nielicznymi błędami typograficznymi.

We wprowadzeniu, Doktorant uzasadnia wybór tematyki badawczej.

Część literaturowa liczy 5 rozdziałów zawierających podpunkty. Pierwszy z nich poświęcono krótkiemu omówieniu surowców energetycznych, metod energetycznej konwersji paliw stałych oraz emisji zanieczyszczeń.

Kolejny rozdział 2. dotyczy przeglądu danych literaturowych na temat tlenków azotu, to jest ich charakterystyki, źródeł emisji, mechanizmów powstawania, ich oddziaływania z innymi zanieczyszczeniami w środowisku oraz przemysłowym metodom ich unieszkodliwiania. W moim odczuciu w ogólnych zarysach ta część pracy została napisana poprawnie. Zawiera ona jednak fragmenty ujęte w sposób za mało syntetyczny, na przykład oddziaływanie tlenków azotu z innymi zanieczyszczeniami środowiska. W mojej ocenie wynika to ze złożoności i szerokiego spektrum problemu.

Następny, rozdział 3, poświęcony został omówieniu katalizatorów ze szczególną uwagą poświęconą zagadnieniom redukcji tlenków azotu - kluczowego zagadnienia niniejszej pracy doktorskiej.

W rozdziale 4. Doktorant dokonał charakterystyki kotłów zasilanych biomasą.

W rozdziale 5 poruszona została idea metod obliczeniowych oraz ich aplikacja w badaniach przebiegu procesu spalania z równoczesnym tworzeniem tlenków azotu. W rozdziale tym Doktorant podał przykłady zastosowania tej metody w badaniach konwersji tlenków azotu przy zastosowaniu metody selektywnej niekatalitycznej redukcji.

W podsumowaniu literaturowej części dysertacji, należy podkreślić że stanowi ona dość zgrabne i zwięzłe wprowadzenie do tematyki rozprawy. Wynika z niej dobre rozpoznanie przez Doktoranta głównych nurtów badawczych w zakresie tematyki pracy.

Po części literaturowej Doktorant w Rozdziale „Cel i zakres pracy”: sformułował jako cel pracy: „opracowanie fazy aktywnej katalizatora do selektywnej redukcji katalitycznej tlenku azotu (II) w układzie komory paleniskowej kotła o mocy 10 kW”. Wyszczególnił szereg celów szczegółowych pracy prowadzących do osiągnięcia celu głównego. Przedstawione: cel główny i szereg celów szczegółowych sformułowane zostały wystarczająco szczegółowo. Pomimo tytułu rozdziału „Cel i zakres pracy”, brak jest w tym rozdziale zakresu pracy - został on opisany szczegółowo w rozdziale nr 1 w części eksperymentalnej.

W części eksperymentalnej pracy, poza wcześniej wspomnianym zakresem badań, zostały wydzielone trzy części pracy, tj. badania w skali laboratoryjnej, obliczenia numeryczne oraz badania w układzie kotłowym. Taki układ jest przejrzysty i czytelny. W każdym etapie części eksperymentalnej niezależnie określono metodykę prowadzonych prac badawczych wraz z krótkim opisem stosowanych metod analitycznych. W ostatnim rozdziale części eksperymentalnej Doktorant przedstawił wyniki badań oraz sformułował wnioski wynikające z przeprowadzonych badań.

Rozprawa jest napisana rzeczowo, została poprawnie zredagowana, bogato ilustrowana a układ i kompozycja są przemyślane. Autor precyzyjnie, chociaż czasami nazbyt lapidarnie prezentuje tok swoich wywodów natomiast w jasny i logiczny sposób formułuje wnioski. Rozprawa jest zwięzła, chwilami wręcz lakoniczna. W niektórych miejscach brakuje krytycznej interpretacji rezultatów eksperymentów. Poruszając się w trudnej i skomplikowanej materii, Autor nie ustrzegł się drobnych usterek redakcyjnych i językowych, niektóre z nich zaznaczyłem na dostarczonym mi egzemplarzu pracy.

Poza wymienionymi wcześniej uwagami nie wnoszę zastrzeżeń merytorycznych. Zastrzeżenia te pozostają bez istotnego wpływu na moją opinię o pracy. Jak wspominałem, praca dotyczy trudnych i złożonych problemów a interpretacja wyników wymaga obszernej wiedzy interdyscyplinarnej, łatwo więc o nieprecyzyjne sformułowania. Moje uwagi a raczej pytania do dyskusji w żaden sposób nie rzutują na wartość pracy, którą w całości oceniam bardzo wysoko.

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Łukasza Świątka dotyczy ważnego zagadnienia i posiada spore znaczenie praktyczne. Doktorant wychodząc z dobrze uzasadnionych przesłanek, zaproponował, opracował a co najważniejsze sprawdził działanie układów katalitycznych zastosowanych w kotle małej mocy. Opracowany przez doktoranta katalizator zawierający 1,6 g platyny w przeliczeniu na m^2 układu katalitycznego pozwala na 65 % redukcję tlenu azotu przy użyciu składników obecnych w komorze spalania zaś przy obecności amoniaku wartość redukcji wynosi 88%. Metodyka pracy, sposób interpretowania wyników, ich prezentacji i dyskusji wykazują dojrzałość naukową Autora. Ponadto wskazują na jego obszerną wiedzę w zakresie badań laboratoryjnych, analitycznych, modelowych oraz kotłowych. Niektóre rezultaty pracy zostały opublikowane w formie trzech artykułów w czasopiśmie Przemysł Chemiczny i Logistyka oraz w jednym rozdziale w książce i były prezentowane w formie dwudziestu wystąpień konferencyjnych.

Wszystkie wymienione fakty uzasadniają moją bardzo pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Świątka. W podsumowaniu stwierdzam, że pan mgr inż. Łukasz Świątek przedstawił bardzo dobrą rozprawę doktorską, stanowiącą oryginalne i wartościowe rozwiązanie trudnego problemu badawczego. Spełnia ona wszelkie wymagania, zarówno zwyczajowe, jak i formalne, stawiane pracom doktorskim i określone w artykule 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003, nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). Jednocześnie wnoszę więc, do Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej o przyjęcie pracy, dopuszczenie jej autora do publicznej obrony a także wnioskuje o wyróżnienie pracy.

Dr hab. Dobiesław Nazimek