

Recenzja pracy doktorskiej Stanisława Siatkowskiego
Predicting the Detonation Cell Size of Biogas – Oxygen Mixtures

1. Informacje formalne

Niniejszą recenzję wykonałem na podstawie pisma z dnia 10 października 2023 otrzymanego z Politechniki Warszawskiej, Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka podpisanego przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Prof. dr hab inż. Tomasza Wiśniewskiego. Wraz z pismem otrzymałem wydrukowany egzemplarz pracy doktorskiej. Zgodnie z Ustawą „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” rozprawa doktorska powinna spełniać następujące warunki:

- *„prezentować ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej”.*
- *temat powinien stanowić ”oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne”.*

Oceny rozprawy dokonywałem pod kątem spełniania tych dwóch warunków.

2. Ogólna charakterystyka pracy

Tematyką pracy są badania detonacji zachodzącej w mieszanke biogazu z utleniaczem w szerokim zakresie składu biogazu, stosunku nadmiaru utleniacza i ciśnienia. W mojej ocenie pracę należy traktować jako badania podstawowe, przy czym są to badania o wysokiej wartości poznawczej wynikającej z bardzo ograniczonego materiału literaturowego w tym zakresie.

Recenzowana praca podzielona została na 6 rozdziałów. Pierwsze dwa poświęcone są wprowadzeniu i przedstawieniu motywacji do zajęcia się tą tematyką. Rozdział trzeci zawiera przegląd literatury. Najobszerniejszy i moim zdaniem najbardziej wartościowy rozdział 4 poświęcony został opisowi stanowiska badawczego, procedury badawczej oraz przedstawieniu uzyskanych wyników eksperymentalnych. Kolejny rozdział dedykowany został opracowaniu zależności pozwalających na określenie wielkości komórki detonacyjnej w zależności od parametrów procesu. Ostatni z rozdziałów zawiera wnioski z

przeprowadzonych badań. Pracę uzupełnia 6 załączników ze szczegółowymi wielkościami uzyskanymi w rezultacie obróbki matematycznej wyników pomiarów.

Według mnie układ pracy nie budzi zastrzeżeń, praca zredagowana została starannie i napisana w sposób logiczny i przejrzysty.

3. Zalety pracy

Najważniejszą zaletą recenzowanej pracy jest bardzo wysoka jakość prac eksperymentalnych będących podstawą dalszych rozważań i analiz. Instytut Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej znany jest od wielu lat jako ośrodek prowadzący wysokiej jakości badania w zakresie detonacji. Tę jakość zdecydowanie widać w zaprezentowanych pracach eksperymentalnych. Trzeba przy tym pamiętać, że detonacja pomimo wieloletnich badań pozostaje zjawiskiem dalekim od pełnego poznania i zrozumienia.

Za drugą zaletę pracy uznaję przeprowadzenie badań w zakresie, który prezentowany jest bardzo nielicznie w publikacjach naukowych czyli w zakresie detonacji zachodzącej w mieszaninie biogazu z utleniaczem. Sprawia to, że wartość poznawcza pracy jest bardzo wysoka.

Trzecią z istotnych zalet pracy jest opracowanie zależności mogących znaleźć zastosowanie do określenia wielkości komórki detonacyjnej w zależności od parametrów procesowych takich jak skład gazu, stosunek nadmiaru utleniacza i ciśnienie.

4. Ogólne uwagi krytyczne

Biogaz może w przyszłości odgrywać bardzo istotną rolę w bilansie energetycznym Polski. Jego potencjał szacuje się na 5-8 mld m³ rocznie i co bardzo istotne jest to odnawialne źródło energii dostępne niezależnie od warunków pogodowych. Biogaz może być przy tym przechowywany w istniejących podziemnych magazynach przeznaczonych dla gazu ziemnego. Jednak w takim przypadku sensowne byłoby rozdzielenie biogazu na metan i dwutlenek węgla, co pozwoliłoby na lepsze wykorzystanie pojemności podziemnych magazynów oraz pozwalałoby na wykorzystanie metanu w obecnie istniejących instalacjach energetycznych zasilanych gazem ziemnym. W takiej sytuacji motywacja podjęcia się tematu pracy ulega znacznemu osłabieniu.

Badania eksperymentalne przeprowadzono dla szerokich przedziałów parametrów procesu, jednak nie uzasadniono na jakiej podstawie dobrane zostały te przedziały. Dość oczywistym jest skład biogazu, bo w tym przypadku jest to zakres typowo spotykanych gazów pochodzących z procesów fermentacyjnych. Niejasne jest jednak na jakiej podstawie

przyjęto zakres pomiarów ciśnienia, czy stosunku nadmiaru powietrza obejmujący zarówno mieszanki bogate jak i ubogie.

Pokazane w pracy wyniki eksperymentalne układają się bardzo dobrze na liniach trendów, co świadczy o wysokiej jakości stanowiska badawczego i staranności wykonywania pomiarów, jednak w moim przekonaniu analiza niepewności pomiarowych została przeprowadzona w sposób zbyt skrótowy.

5. Szczegółowe uwagi krytyczne

Pracę oceniam bardzo wysoko zarówno pod względem merytorycznym jak i redakcyjnym, więc szczegółowych uwag krytycznych mam bardzo niewiele.

1. Na stronie 21 opisane są konsekwencje niskiej wartości opałowej biogazu przy zastosowaniu go jako paliwa do turbiny gazowej. Milcząco przy tym założono, że biogazem będą zasilane turbiny projektowane na gaz ziemny, a sensowniejsze wydaje się założenie że albo będą wykorzystane turbiny dedykowane na biogaz, albo z biogazu zostanie odseparowany metan.
2. Przegląd literatury obejmujący zarówno badania detonacji biogazu jak i uczenia maszynowego, zawarty na zaledwie 14 stronach jest nieco zbyt lakoniczny, tym bardziej że spis wykorzystanej literatury obejmuje aż 141 pozycji.
3. W opisie stanowiska nie podano w jaki sposób zapewniono szczelność poszczególnych sekcji rury detonacyjnej.
4. Na stronie 61 opisano sposób pomiaru wielkości komórki detonacyjnej. Wynika z niego, że ręcznie zaznaczano widoczne granice komórek. Rodzi to pytanie o obiektywizm takiej procedury. Na rysunku 24 przedstawiono przykładowe obrazy komórek detonacyjnych, ale zapewne nie przedstawiono tych, w których ślady detonacji były najbardziej niejednoznaczne.
5. Przedstawione na stronie 83 podsumowanie badań eksperymentalnych powinno zawierać podstawowe wnioski, które można sformułować na bazie przeprowadzonych badań.
6. Przedstawione w rozdziale 5 zależności są w każdym przypadku aproksymacją wyników pomiarów, zatem moim zdaniem nie powinno się ich nazywać modelem.
7. Na stronie 99 napisano, że architektura sieci neuronowej została dobrana poprzez proces optymalizacji. Warto byłoby rozwinąć myśl jakie kryterium zastosowano do stwierdzenia, że przyjęta liczba warstw i neuronów w warstwie jest najlepsza.

5. Wniosek końcowy

Recenzowaną pracę doktorską oceniam bardzo wysoko. Na taką wysoką ocenę składa się kilka czynników. Po pierwsze praca dotyczy obszaru badań, w którym literatura jest bardzo uboga, zatem wyniki uzyskane w pracy są istotną nowością naukową. Po drugie do badań zastosowano oryginalne stanowisko badawcze, a badania przeprowadzono bardzo starannie, o czym świadczą punkty pomiarowe dobrze układające się na liniach trendu. Po trzecie przeprowadzono oryginalne prace obliczeniowe wskazujące na najlepszą metodę budowy zależności pozwalających na przewidywanie wielkości komórki detonacyjnej w zależności od parametrów procesu. Przegląd literatury, chociaż nieco zbyt lakoniczny, ale za to oparty na dużej liczbie aktualnych źródeł literaturowych wykazuje dobrą orientację Doktoranta w analizowanej tematyce. Z tych powodów uważam, że praca spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim przez ustawę „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” i wnioskuję o dopuszczenie pracy do dalszych etapów postępowania.

Jednocześnie biorąc pod uwagę bardzo wysoką wartość poznawczą pracy oraz wysoką jakość przeprowadzonych prac eksperymentalnych wnioskuję o wyróżnienie pracy.

