

### Recenzja rozprawy doktorskiej

Mgr inż. Marcina Kantorka pt.: " Energetyczny recykling mączki zwierzęcej" „

#### 1. Zawartość merytoryczna pracy

W pracy doktorant postawił sobie za cel określenie warunków i możliwości utylizacji mączki zwierzęcej oraz kompleksowej analizy i charakterystyki mączki różnego pochodzenia. Praca ma charakter eksperymentalny i główne cele badań tj. kompleksowe scharakteryzowanie mączki zwierzęcej prowadzone były pod kątem wykorzystania energetycznego, odpadów zwierzęcych produkowanych w Polsce oraz opracowanie wytycznych do zaprojektowania instalacji spalania odpadów, która pozwoli spalać mączkę zwierzęcą z wysoką sprawnością termodynamiczną i minimalną emisją substancji szkodliwych do atmosfery.

W pracy przedstawiono opracowaną technologię do termicznej utylizacji odpadów w tym mączek zwierzęcych i przeprowadzono testy sprawdzające na instalacji pilotażowej o mocy 12 MW, która została zbudowana w oparciu o tą technologię

Zakres pracy obejmował badania i analizę literaturową poszczególnych etapów występujących w procesie termicznej utylizacji, które obejmują odpowiednio następujące procesy: suszenia, pirolizy, spalania gazów pirolitycznych oraz spalania karbonizatu.

Szczegółowo opisano proces przebiegu mechanizmu pirolizy oraz reakcji w fazie gazowej stałej i mechanizmy zapłonu.

W pracy zastosowano własne metodyki badawcze określenia parametrów zapłonu oraz parametry kinetyczne charakteryzujące poszczególne etapy termicznego rozkładu. Badania eksperymentalne w piecu opadowym pozwoliły określić czasy i szybkości przebiegu poszczególnych procesów utylizacji. Określono krytyczne temperatury zapłonu oraz zmianę temperatury podczas procesów pirolizy i spalania mączki. Badano również wpływ składu morfologicznego mączki, wielkości ziaren oraz temperatury procesu (otoczenia) na jej własności kinetyczne. Następnie w oparciu o uzyskane dane i przy pomocy prostej analizy matematycznej określono, jaki jest wpływ zjawisk fizycznych i chemicznych na poszczególne procesy termicznej utylizacji.

Wyniki pomiarów uzyskane ze skali pilotowej potwierdzają, że opracowana technologia pozwala efektywnie spalać różnego rodzaju odpady i paliwa biomasowe w dowolnych proporcjach (w dowolnych mieszaninach), a proces termicznego rozkładu i spalania odpadów z wykorzystaniem tej technologii zapewni przekształcenie energii chemicznej zawartej w odpadach na energię cieplną i elektryczną, przy zachowaniu optymalnej sprawności termodynamicznej układu technologicznego. Sprawność układu zmienia się w zakresie 88,36÷84,84%, w zależności od obciążenia. W badaniach uzyskano niewielkie emisje dwutlenku siarki w zakresie od 115 do 233 mg/Nm<sup>3</sup>, emisja

tlenku węgla wynosiła 0,15%, a emisja tlenków azotu była na poziomie 180÷221 mg/Nm<sup>3</sup>.

## 2. Ocena merytoryczna pracy

Praca ma charakter eksperymentalny jednakże zawiera teoretyczny przegląd mechanizmów spalania przede wszystkich mieszanin paliw gazowych, co pokazuje jak skomplikowany jest proces spalania części lotnych w fazie gazowej w połączeniu ze spalaniem pozostałości koksowej substancji organicznej zwierzęcej.

Określono wpływ typu maczki na parametry zapłonu i spalania. Wszelkie badania były wykonywane pod kątem doboru konstrukcji i opracowania technologii tj. określenie podstawowych parametrów gwarantujących kompletne wypalenie i małą emisję toksycznych składników spalin.

Cel został osiągnięty, stąd pozytywna ocena pracy.

Problemy, które występują przy ocenie pracy wynikają z faktu, że autor np. w rozdziale dotyczącym zapłonu mieszanin węglowodorowych nie uwypukla wniosków z własnych badań a dodaje również dane literaturowe, co utrudnia ocenę własnych wyników autora monografii. Ponadto uzyskane zależności parametrów zapłonu maczki, określone dla dwóch jej odmian, od rozmiaru czastek maczki i temperatury przedstawiono w pracy wykresów w sposób który nie pozwala na ocenę istotności tych parametrów. W pracy jest sporo pomyłek redakcyjnych a przede wszystkim użyto sformułowania koncentracyjne granice zapłonu w polskim języku należy użyć stężeniowe.

Uwagi redakcyjne zostały przekazane autorowi do poprawy ewentualnej.

## 3. Podsumowanie

Głównym i jednocześnie oryginalnym wynikiem pracy jest przebadanie doboru parametrów i typu paleniska do termicznej utylizacji maczki zwierzęcej.

Opracowano technologie w skali komercyjnej i przedstawiono wyniki testów..

Ponadto obliczeniowo i doświadczalnie określono wpływ rodzaju maczki temperatury na stopień wypalenia i emisję, uwzględniając kinetykę pozostałości koksowej po pirolizie.

W sumie uważam, że recenzowana praca odpowiada warunkom stawianym rozprawom doktorskim w rozumieniu ustawy o stopniu i tytule naukowym. Jest istotnym i godnym uwagi krokiem naprzód w badaniach nad utylizacją odpadów zwierzęcych..

Omówione w rozprawie procedury badawcze oraz analiza wyników podparta obliczeniami wykazują duże umiejętności prowadzenia badań ich planowania oraz analizy wyników,

Reasumując uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Kantorka spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim i dlatego stawiam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony.