

Prof. dr hab. inż. Robert SEKRET
Profesor zwyczajny w Politechnice Częstochowskiej

POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA
Wydział Infrastruktury i Środowiska
42 – 201 Częstochowa, ul. J.H. Dąbrowskiego 69
Tel.: +48 664758109; E-mail: rsekret@is.pcz.czest.pl

Częstochowa, dn. 16.06.2017 r.

Szanowny Pan
Prof. dr hab. inż. Andrzej Szlęk
Dziekan Wydziału
Inżynierii Środowiska i Energetyki
Politechniki Śląskiej
ul. Konarskiego 18
44-100 Gliwice

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Tymoszuka

1. Wprowadzenie

Recenzja niniejsza została napisana w odpowiedzi na pismo prof. dr hab. inż. Andrzeja Szlęka, Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, z dnia 27 kwietnia 2017 roku.

2. Zakres rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Mateusza Tymoszuka nosi tytuł „Indeks podatności przemiałowej biomasy”. Zawiera łącznie 95 stron. Oparto ją o 64 pozycje bibliograficzne. Rozprawa została podzielona na 6 głównych rozdziałów i uzupełniona: spisem oznaczeń, spisem tabel, spisem ilustracji oraz bibliografią.

Rozdział pierwszy pracy stanowi wprowadzenie. Doktorant przedstawił w nim uzasadnienie podjęcia się zaproponowanego problemu naukowego. Wskazał na istotną rolę biomasy jako paliwa w energetyce oraz przedstawił wagę procesu mielenia w prognozowaniu wydajności młynów podczas przemiału stałych paliw biomasowych. Doktorant wskazał także na brak standardowych procedur pozwalających na ocenę podatności przemiałowej biomasy, tak ważnych w procesach poprawy wydajności instalacji przemiałowych. Rozdział drugi ocenianej rozprawy doktorskiej stanowi: cel, zakres i tezy pracy. Doktorant założył, że głównym celem pracy będzie opracowanie

metody wyznaczania podatności przemiałowej biomasy, która pozwoli na jednorodną klasyfikację różnych typów biopaliw stałych. Na potrzeby realizacji celu badań Doktorant zaproponował przeprowadzenie badań laboratoryjnych oraz badań w skali technicznej. Cele szczegółowe obejmowały m.in.: przegląd wyników badań przemiału biomasy w młynkach testowych, wyznaczanie podatności przemiałowej biomasy opartej na założeniach czeskiej metody VUK, modyfikacje metody VUK, weryfikację przemysłową indeksu podatności przemiałowej biomasy oraz testy porównawcze podatności przemiałowej wybranych biomas (dla zadanej energii na przemiał oraz przy stałym czasie trwania testu). Postawione tezy bazowały na twierdzeniu, że charakterystykę podatności przemiałowej różnych typów biomas można oprzeć o test ze stałym nakładem energii na przemiał oraz stałym czasem trwania testu. Doktorant sformułował w pracy również cel poboczny w postaci określenia wpływu długości bijaków młyna przemysłowego na rozkład ziarnowy produktu mielenia oraz jednostkowe zużycie energii na przemiał. W rozdziale trzecim ocenianej rozprawy Autor przedstawił działania prowadzące do opracowania metody wyznaczania indeksu podatności przemiałowej dla paliw biomasowych. W ramach tego rozdziału Doktorant przeprowadził przegląd badań literaturowych. Przedstawił także: opis wykonanego stanowiska badawczego okresowego młynka bijakowego, procedury testu i założenia teoretyczne wyznaczania podatności przemiałowej węgla według metody VUK, charakterystykę badanych paliw oraz analizę uzyskanych wyników. Zakres rozdziału trzeciego został podzielony na dwa etapy, tj. realizację badań przy założeniach czeskiej metody VUK oraz realizację badań prowadzących do jej modyfikacji pod kątem paliw biomasowych. W etapie I do testów podatności przemiałowej wykorzystano trzy rodzaje biomasy (pelet drzewny, brykiet drzewny, pelet słonecznika) oraz cztery rodzaje węgla (trzy kamienne i jeden brunatny). Uzyskane wyniki pozwoliły na jakościową ocenę zachowania się danej biomasy w trakcie mielenia. W etapie II wykorzystano pięć biomas peletyzowanych oraz mieszankę peletów słonecznika i peletów zielnych. Przy realizacji II etapu badań uwzględniono m.in.: wpływ niezmienną masy próbki, niezmienną objętość próbki, zawartości wilgoci w próbce, czy wpływ rozkładu ziarnowego na podatność przemiałową próbki. W końcowej części rozdziału trzeciego Doktorant przedstawił podsumowanie z wyników badań laboratoryjnych. Rozdział czwarty ocenianej rozprawy doktorskiej stanowi opis badań przemysłowych stanowiących weryfikację w skali technicznej opracowanej metody wyznaczania indeksu podatności przemiałowej biomasy. Badania zrealizowano na instalacji przemiałowej biomasy kotła OP-380 wyposażonej w trzy młyny młotkowe MP typu DFZC-1265 N firmy Buhler AG o wydajności 10t/h. Rozdział ten zawiera: opis metody i zakresu pomiarów, zestawienie wyników pomiarów (głównie w formie tabelarycznej) oraz szeroką ich dyskusję. W zestawieniach wyników pomiarów przedstawiono istotne wielkości ruchowe instalacji, tj.: moc czynną generatora, udział masowy biomasy w paliwie wprowadzanym do kotła, obroty podajnika biomasy, strumień masy pyłu biomasy wprowadzanego do kotła, parametry prądowe urządzeń elektrycznych, spręż dmuchawy oraz spadek ciśnienia w filtrocyclonie. Analiza wyników badań skupiła się na ocenie wpływu wydajności młyna bijakowego na pobór energii elektrycznej zasadniczych napędów w instalacji i rozkład ziarnowy powstałego

pyłu. W podsumowaniu rozdziału czwartego Doktorant odniósł się we wnioskach do: korelacji uzyskanych wyników w badaniach w skali technicznej z wynikami uzyskanymi w skali laboratoryjnej, oceny podatności przemiałowej badanych biomas, wpływu długości bijaków na zdolność przemiałową młyna młotkowego, stanu technicznego instalacji przemiałowej (wpływ stopnia zużycia bijaków i sit na wydajność maksymalną młyna i jakość przemiału), czy wpływu granulacji pyłu i właściwości przemiałowych paliwa na JZE. W rozdziale piątym Autor przedstawił wyniki testów porównawczych podatności przemiałowej wybranych biomas dla zadanej energii elektrycznej koniecznej do napędu silnika laboratoryjnego młynka bijakowego oraz przy niezmiennym: czasie trwania testu, objętości próbki, klasy ziarnowej nadawy i prędkości obwodowej. W badaniach laboratoryjnych wykorzystano pelet drzewny i pelet słonecznika oraz nowe rodzaje biomasy (pelet mieszanki słomy pszenicznej i jęczmiennej, pelet zielny, brykiet mискantu olbrzymiego oraz łuskę olejowca gwinejskiego). Rozdział ten kończy się podaniem metody wyznaczania podatności przemiałowej dla różnych typów biomasy. W ostatnim szóstym rozdziale rozprawy doktorskiej Doktorant przedstawił wnioski końcowe.

3. Ocena pracy

Z punktu widzenia zwiększania ilości wytwarzanej energii elektrycznej i ciepła z wykorzystaniem odnawialnych nośników energii pierwotnej zastosowanie biomasy jako paliwa w istniejących instalacjach energetycznych, czy instalacjach nowo budowanych, jest nadal aktualnym problemem badawczym. Biomasa to paliwo, którego właściwości fizyko-chemiczne są silnie odmienne od węgla. Ponadto duże zróżnicowanie rodzajów biomasy (biomasa obejmuje wszelką substancję organiczną pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, jak też wszelkie pochodne substancje uzyskane z transformacji surowców pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego) powoduje, że w klasycznych instalacjach realizujących proces spalania i współspalania istnieje szereg problemów eksploatacyjnych. W okresie ostatnich 20 lat część z tych problemów nadal nie została rozwiązanych. Jednym z nich jest przemiał biomasy surowej lub jej łączne mielenie z węglem w istniejących młynach. W tego typu przypadkach obserwowany jest częsty spadek wydajności procesu mielenia oraz niewystarczający przemiał. Niedotrzymanie wymagań dla paliwa projektowego prowadzi to do zmiany warunków cieplno-przepływowych w kotle, czego efektem końcowym jest obniżenie mocy bloku oraz pogorszenie wskaźników emisyjnych. Dlatego też uważam, że podjęta problematyka dotycząca opracowania metody wyznaczania podatności przemiałowej biomasy, pozwalająca również na jej klasyfikację, świadczy o trafności wyboru tematyki naukowo-badawczej przez Doktoranta zarówno z punktu widzenia celu naukowego, jak i celu użytecznego. Należy podkreślić, że obecnie nie jest dostępna w obiegu otwartym standardowa procedura pozwalająca na ocenę podatności przemiałowej biomasy. Te argumenty za wyborem problemu naukowego zostały również trafnie przedstawione przez Doktoranta we wprowadzeniu do pracy.

Najczęściej w tej części pracy doktorskiej prezentowana jest szeroka dyskusja i krytyczna ocena stanu wiedzy w podjętej problematyce, której brakło w ocenianej rozprawie. Biorąc jednak pod uwagę specyfikę podjętego problemu naukowego oraz zawarty w rozdziale trzecim przegląd literaturowy dotyczący przemiału biomasy w młynkach testowych, zaproponowany przez Doktoranta układ pracy można uznać za wystarczający. Przedstawione w rozdziale drugim cel i zakres pracy szczegółowo informują o istocie badań i przyjętym kierunku rozwiązania postawionego problemu naukowego. Uważam, że przyjęcie za punkt wyjścia adaptacji istniejących metod wyznaczania podatności przemiałowej węgla do oceny mielności biomasy jest w pełni uzasadnione. Po zapoznaniu się z tezami można mieć wrażenie, że ich istotę można było ująć w postaci jednej tezy a nie dwóch. Jednak jest to bardziej uwaga redakcyjna niż merytoryczna. Jako istotny efekt użyteczny pracy należy także podkreślić zdefiniowany cel poboczny dotyczący badania wpływu długości bijaków młyna przemysłowego na rozkład ziarnowy pyłu i jednostkowe zużycie energii elektrycznej na przemiał. W mojej opinii ocena rozdziału drugiego potwierdza nabycie przez Doktoranta umiejętności formułowania: celu, zakresu badań oraz tez naukowych. Wykonane stanowisko badawcze okresowego młynka bijakowego oraz wybór obiektu badań w skali technicznej w postaci instalacji przemiałowej biomasy kotła OP-380 uważam za wystarczające do realizacji przyjętego celu pracy. Metodyka badań zarówno w zakresie: założeń teoretycznych wyznaczania podatności przemiałowej węgla według metody VUK, metody ich modyfikacji pod kątem paliw biomasowych, czy procedura weryfikacji w skali technicznej opracowanej metody wyznaczania indeksu podatności przemiałowej biomasy nie budzą zastrzeżeń. Przyjęte w badaniach laboratoryjnych wielkości zadane (niezmienne) oraz wielkości, których wartości były mierzone lub obliczane są poprawne. Tą samą ocenę można przedstawić w przypadku wielkości ruchowych instalacji przemysłowej. Należy stwierdzić, że metoda badań przedstawiona w pracy jest czytelna, logiczna i adekwatna do podjętego celu pracy. Aczkolwiek czasami jest wrażenie, że prezentowana treść ma formę raportu z badań i procedur inżynierskich. Weryfikacja przemysłowa indeksu podatności przemiałowej biomasy oraz testy porównawcze podatności przemiałowej wybranych biomas dla zadanej energii elektrycznej na przemiał oraz przy stałym czasie trwania testu zwiększają wartość naukową opracowanej metody oraz uwiarygadniają zaproponowaną metodę wyznaczania indeksu podatności przemiałowej biomasy wskazaną w rozdziale piątym. Chciałbym podkreślić, że realizacja badań zarówno w skali laboratoryjnych, jak i w skali technicznej potwierdza szerokie umiejętności Doktoranta w zakresie przygotowania i realizacji prac eksperymentalnych. Wybór paliw biomasowych i ich charakterystyka są wystarczające. Z punktu widzenia struktury pracy naukowej nasuwa się jednak wrażenie, że ujęcie opisu obiektów badawczych i metodyki badawczej w jednym rozdziale pozwoliłoby na większą czytelność rozprawy i mocniejsze wyeksponowanie jej walorów. Ostatecznie stwierdzam, że Doktorant nabył umiejętności: poprawnego wyboru obiektu badań, metodyki badawczej oraz realizacji badań. Doktorant dokonał rzetelnej analizy uzyskanych wyników badań a sformułowane wnioski

szczegółowe jednoznacznie odnoszą się do przyjętego zakresu pracy. Tutaj podkreśliłbym wnikliwość Doktoranta w analizie wyników pomiarów młynów bijakowych przedstawioną w podrozdziale 4.3. W moim odczuciu jest wrażenie, że w podsumowaniu rozdziału trzeciego, tj. dotyczącego nowej metody oznaczania podatności przemiałowej, brakuje jednoznacznego jej opisu a tak przydatnego przed badaniami weryfikującymi w skali technicznej (rozdział czwarty). Zgadzam się z Doktorantem (strona 53, 1 akapit), że bardzo często, zwłaszcza w badaniach na obiektach będących w ruchu eksploatacyjnym, brak jest możliwości wykonania serii powtórzeń danego testu, stąd też nie ma możliwości oszacowania niepewności pomiaru. W takich przypadkach podanie błędu pomiaru (błędu granicznego) wynikającego z dokładności urządzeń pomiarowych pozwala na ocenę jakości uzyskanej wartości pomiarowej, czego w pracy zabrakło. Przy opracowaniu graficznym i tabelarycznym uzyskanych wyników badań zwróciłbym uwagę, w przypadku dalszych publikacji, aby zestawienia tabelaryczne wyników zamieszczać jako załączniki, natomiast w głównej części pracy w ich miejsce stosować wykresy. Zwiększa to czytelność uzyskanych wyników. Przyjęta terminologia nie budzi zastrzeżeń. Jest zgodna z obowiązującymi zasadami w zakresie podjętej problematyki. Oznaczenia i symbole również nie budzą zastrzeżeń. Wnioski końcowe są przekonujące, wynikają z materiału zawartego w rozprawie. Stanowią one istotny element w kompleksowym podejściu do aspektu określania indeksu podatności przemiałowej biomasy. Należy stwierdzić, że Doktorant nabył umiejętności: analizy uzyskanych wyników, ich prezentacji oraz formułowania wniosków szczegółowych i końcowych z pracy naukowej.

Po zapoznaniu się z pracą nasuwają się trzy pytania:

1. Czym uzasadniłby Doktorant przyjęcie zaproponowanych w podrozdziale 3.4 założeń do modyfikacji metody VUK, metody wyznaczania podatności przemiałowej biomasy - strona 35 (ostatni akapit) i strona 36?
2. Czym kierował się Doktorant przy wyborze paliw biomasowych do badań?
3. Jaki jest błąd graniczny indeksu podatności przemiałowej dla wybranej biomasy w przeprowadzonych badaniach?

Uwagi szczegółowe:

- W podrozdziale 3.2 dotyczącym opisu stanowiska badawczego okresowego młynka bijakowego uwzględniono procedurę wyznaczania indeksu podatności przemiałowej dla biomasy wraz z schematem blokowym (Rys. 3.3) - uważam, że procedurę i schemat należałoby ująć w opisie metody, tj. w podrozdziale 3.3.
- Na Rys. 3.5 przedstawiono porównanie indeksów podatności przemiałowej - w mojej opinii warto byłoby je uzupełnić o wskaźniki korelacji.
- Analizy wyników badań przedstawione w tekście pracy, np. strona 27, czy strona 34 (ostatni akapit) byłyby czytelniejsze przy prezentacji wyników badań na wykresach a nie tylko w formie tabelarycznej.
- Dla rysunków od 3.6 do 3.11 trafniejszy byłby wykres kolumnowy.

Za istotne osiągnięcia rozprawy uważam:

- Opracowanie autorskiej metody wyznaczania podatności przemiałowej biomasy zawierającej sposób obliczania wskaźnika oraz warunki realizacji testu.
- Przygotowanie i przeprowadzenie badań eksperymentalnych w skali laboratoryjnej.
- Przygotowanie i przeprowadzenie badań eksperymentalnych w skali technicznej, jako weryfikacji wyników badań ze skali laboratoryjnej.
- Wskazanie praktycznej użyteczności zaproponowanego wskaźnika.

4. Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny praca doktorska mgr inż. Mateusza Tymoszuka stanowi oryginalne rozwiązanie bardzo istotnego problemu naukowego jakim jest wyznaczanie podatności przemiałowej biomasy. Jej poziom merytoryczny spełnia wymagania stawiane przez obowiązującą ustawę o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wobec powyższego wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

