

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Jakuba Styksa

pt. „Wpływ geometrii kanału matrycy na jakość peletu uzyskiwanego z biomasy”, wykonanej w Katedrze Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Wydziału Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, pod kierunkiem dr hab. inż. Marka Wróbla, prof. UR.

Recenzja została wykonana na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

Podstawa prawna: art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 Nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami) oraz w przepisach zmieniających ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce 3 lipca 2018 roku (Dz. U. Z 2018 r. pozycja 1669).

1. Ogólna charakterystyka pracy

Praca zawiera 161 stron maszynopisu formatu A4, łącznie ze spisem treści oraz spisem tabel i rysunków. Praca spełnia wymogi formalne stawiane naukowym pracom eksperymentalnym. Składa się z 7 głównych rozdziałów, w których występują liczne podrozdziały. Bibliografia zawiera 217 pozycji literaturowych łącznie ze stronami www i PN. Warto podkreślić, że aż 166 pozycji jest obcojęzyczna. Duża część cytowanej literatury (113 pozycji) pochodzi z ostatnich 10 lat. Świadczy to o aktualności badań i znajomości wykorzystania najnowszej wiedzy w rozwiązaniu poruszonego w pracy zagadnienia.

Recenzowana rozprawa składa się z następujących rozdziałów:

Wstęp (obj. 2 str.) zawiera ogólne informacje dotyczące wykorzystania biomasy roślinnej jako OZE oraz naświetla wpływ technologii jej przetwarzania na jakość uzyskanego paliwa.

Przegląd literatury (obj. 32 str.) daje możliwość czytelnikowi zapoznania się z charakterystyką biomasy pochodzenia roślinnego, jak i z uzyskanym z niej paliwem stałym. Autor w tym rozdziale opisuje również aspekty technologiczne ciśnieniowej aglomeracji

biomasy drzewnej. Charakteryzuje również czynniki mające wpływ na ciśnieniową aglomerację, do których zalicza się: ciśnienie zagęszczania, wilgotność materiału wsadowego, temperatura procesu, dodatkowe substraty jako lepiszcza, szybkość procesu zagęszczania, wielkość frakcji aglomerowanego surowca, tarcie cząstek przetwarzanego materiału, geometrię kanału zagęszczającego. Ten rozdział kończy zbiór modeli matematycznych opisujących proces zagęszczania.

Cel (obj. 3 str.) oprócz poprawnie postawionego celu głównego pracy zawiera również dwie hipotezy badawcze oraz cel naukowy. Ponadto, w tym rozdziale została przeprowadzona analiza literatury ściśle ukierunkowana na cel i hipotezy.

Materiał badawczy (obj. 8 str.) przedstawia charakterystykę badanego surowca, którym był: miskant olbrzymi, rożnik przerośnięty i ślazowiec pensylwański.

Metodyka badań (obj. 32 str.) obejmuje dość szczegółowy opis stanowisk i procedur badawczych wykorzystywanych w doświadczeniach. Dotyczą one: przygotowania materiału badawczego, zbioru, sezonowania i rozdrabniania wstępnego, suszenia do osiągnięcia stanu suchego, mielenia, charakterystyki materiału badawczego, oznaczania zawartości popiołu, oznaczenia ciepła spalania, oznaczenia gęstości usypowej, oznaczenia gęstości właściwej, oznaczenia gęstości bezwzględnej, oznaczania składu ziarnowego, wyznaczenia porowatości materiału, oznaczania współczynnika tarcia, badań wstępnych, doboru ujednoczonego składu ziarnowego, nawilżania materiału badawczego, zagęszczania w komorze zamkniętej, oznaczenia parametrów jakościowych, badań właściwych, projektu stanowiska badawczego oraz zagęszczania ciśnieniowego, oznaczenia parametrów jakościowych peletów, map zmian parametrów jakościowych peletu.

Wyniki (obj. 59 str.) przedstawiają szczegółową analizę otrzymanych z doświadczeń rezultatów. Dotyczą one wszystkich właściwości przytoczonych w Metodycy badań.

Podsumowanie i wnioski (obj. 4 str.) zawiera wnikliwe streszczenie analizy wyników poparte dyskusją z innymi badaczami wraz z ośmioma sformułowanymi wnioskami.

Pracę zamykają rozdziały: **Bibliografia, Spis tabel i Spis rysunków.**

2. Merytoryczna ocena pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa dotyczy wpływu geometrii komory zagęszczającej na jakość paliwa stałego, powstałego z różnej biomasy roślinnej.

Uważam, że wybór tematyki rozprawy można uznać za właściwy i odpowiadający wymaganiom ważności tematyki badawczej stawianym pracom doktorskim i mieści się ona

w zakresie dziedziny nauk inżyneryjno-technicznych, w dyscyplinie **Inżynieria Mechaniczna**.

Wykorzystanie biomasy na cele energetyczne wpływa niewątpliwie korzystnie na środowisko oraz jest alternatywą dla paliw kopalnianych. Jednak korzystanie z tego rodzaju paliw stałych ma także wady m.in.:

- stosunkowo niskie i zróżnicowane ciepło spalania, przez różnorodną gęstość,
- trudności w utrzymaniu jakości peletu na tym samym poziomie,
- koszty pozyskiwania jednostki masy,
- odpowiednie technologie i rozwiązania dla indywidualnego użytkownika,
- niestabilność uzyskiwanych peletów,
- utrudniony handel transgraniczny biomasą (wymogi sanitarne, certyfikacja biomasy),
- problemy z uwierzytelnianiem pochodzenia biomasy i spełniania jej cech jakościowo – wymiarowych.

Powyższe uwagi oraz informacje zawarte przez Autora we wstępie i przeglądzie literatury pozwalają stwierdzić, że każde działanie usprawniające i polepszające technologię wytwarzania peletu, jest celowe i wartościowe. W analizie literatury Autor wykazał, że problematyka procesu zagęszczania nie jest jeszcze w znacznym stopniu poznana, chociaż wielu badaczy się nią zajmuje. Zdecydowana większość w swoich opracowaniach jako podstawowe czynniki wpływające na jakość uzyskanego paliwa stałego wymienia: ciśnienie zagęszczania, temperaturę, gęstość i wilgotność surowca. Geometria kanału matrycy jest z reguły pomijana albo rozpatrywana w sposób uproszczony.

Dlatego też Autor postawił sobie następujący, główny cel pracy: **określenie wpływu geometrii kanału zagęszczającego na jakość peletu uzyskanego z wybranych rodzajów biomasy zielnej**.

Postawił również dwie hipotezy badawcze:

H1: Geometria kanału zagęszczającego matrycy ma istotny wpływ na DE i DU peletu,

H2: Uzyskanie wysokiej jakości peletu wymaga geometrii kanału zagęszczającego dostosowanej do biomasy danego gatunku roślin.

Sprecyzowany w ten sposób cel i postawione hipotezy badawcze, mają oprócz znaczenia **naukowego**, niewątpliwie duże znaczenie **użytkowe**.

Dopełniając zakres rozprawy, Autor określił cel naukowy: wyznaczenie powiązań pomiędzy właściwościami surowca roślinnego, geometrią kanału zagęszczającego

a parametrami jakościowymi (DE i DU) granulatu powstałego w skutek procesu zagęszczania ciśnieniowego.

Uważam, że tak sformułowane cele i hipotezy badawcze spełniają w wystarczającym zakresie wymagania ustawowe dotyczące oryginalnego rozwiązania problemu naukowego.

W kolejnym kroku Doktorant przedstawił obszerną metodykę badań, odnoszącą się praktycznie w każdym rozpatrywanym punkcie do PN lub metod zalecanych przez producentów urządzeń laboratoryjnych oraz w dużym stopniu w oparciu o metody autorskie. Co jest niewątpliwie zasługą Doktoranta. Rzetelność wykonanych badań poświadcza również miejsce ich realizacji, a jest to akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji, Laboratorium Technologii Produkcji i Oceny Jakości Biopaliw Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

W celu usystematyzowania swoich badań Doktorant wyodrębnił trzy etapy badawcze:

- etap I – charakterystyka surowca,
- etap II – badania wstępne, które pozwoliły na ustalenie które z parametrów i o jakim zakresie będą brane pod uwagę w następnym etapie,
- etap III – badania właściwe wpływu geometrii kanału matrycy na jakość uzyskanego granulatu.

Zachowując odpowiednio chronologię badań Doktorant przygotował materiał badawczy jakim był miskant, rożnik i ślazier przez jego sezonowanie. Następnie wyznaczył jego podstawowe właściwości fizyczne tj: zawartość popiołu, ciepło spalania, gęstość właściwą, usypową i bezwzględną, skład ziarnowy, porowatość i współczynnik tarcia. Otrzymane wyniki pozwoliły Doktorantowi ocenić z jakim materiałem badawczym ma do czynienia.

Następnie Doktorant wykonał serię badań wstępnych, które miały na celu określenie wpływu wilgotności oraz ciśnienia zagęszczania na wytrzymałość mechaniczną DU peletów jak również na ich gęstość DE. Dokonał tego na stanowisku badawczym jakie jest używane przez większość badaczy jakim jest komora zagęszczająca zamknięta. Materiał został najpierw ujednolicony do czterech klas sitowych C₁, C₂, C₃ i C₄. Następnie został nawilżony również do czterech poziomów: 8, 11, 13 i 14%. Tak przygotowany surowiec zagęszczono w komorze zamkniętej. Jako parametry jakościowe zostały obrane: gęstość właściwa DE oraz wytrzymałość mechaniczna DU. Uzyskane wyniki pozwoliły Doktorantowi na określenie parametrów wejściowych użytych w etapie III czyli w badaniach właściwych.

Przed przystąpieniem Autora do badań właściwych dokonał wyboru odpowiednich założeń badawczych dotyczących średnicy kanału zagęszczającego równej 8 mm, długości sekcji cylindrycznej 5, 15, 25, 35, i 45 mm oraz kątów wierzchołkowych stożka wejścia 10, 20,

30 i 40° przy dwóch wariantach średnicy podstawy stożka 10 i 12 mm. Wszystkie wielkości zostały dobrane tak, aby pelet spełniał wymagane klasy jakościowe. Powyższe założenia wymagały od Doktoranta zbudowania odpowiedniego, autorskiego stanowiska badawczego, które pozwalało rejestrować również siłę nacisku w trakcie zagęszczania.

Biorąc pod uwagę wyniki z przeprowadzonych badań Autor określił wpływ specyficznych cech materiału (interakcje współczynnika tarcia, gęstości właściwej i bezwzględnej, porowatości, składu strukturalnego itp.) na uzyskane wyniki gęstości właściwej DE i wytrzymałości mechanicznej DU oraz wartość towarzyszącego procesowi ciśnienia, które były różne dla rodzaju użytego materiału.

Złożoność badań i ilość otrzymanych wyników wymusiła na Autorze wprowadzenia nowego sposobu graficznego przedstawienia odpowiednich zależności. Często wykorzystywane do tego celu wykresy trójwymiarowe oraz warstwiczne w tym przypadku nie dawały możliwości pokazania wpływu wszystkich zmiennych procesowych. Opracowany przez Autora graficzny sposób, nazwany „mapami”, uwzględnił większość czynników wpływających na proces zagęszczania. Jest to bez wątpienia nowatorskie podejście do analizy wpływu geometrii kanału zagęszczającego na jakość uzyskanego paliwa stałego, dzięki któremu możemy określić optymalne warunki przebiegu aglomeracji ciśnieniowej.

3. Uwagi szczegółowe.

Recenzowana praca zawiera dużą ilość ważnych informacji, które niewątpliwie wzbogacają dotychczasowy stan wiedzy na temat zagęszczania materiału pochodzącego z roślin zielnych oraz konstrukcji komory zagęszczającej.

Tekst pracy zawiera dużą liczbę błędów interpunkcyjnych. Autor w większości wierszy nie używa znaków interpunkcyjnych wynikających z zasad pisowni języka polskiego. Zdarzają się niepoprawne zapisy cząstki wyrazowej –by np.: *zaczął by, powodował by* itp. Mam nadzieję, że podczas przygotowania rozprawy do publikacji Autor przeredaguje tekst.

Oto kilka przykładowych błędów redakcyjnych i stylistycznych:

1. Str. 7 Wykaz nie ma tego samego formatu co cała praca. Użyta czcionka jest mniejsza od pozostałych co wpływa na jej czytelność.
2. Str. 8 Przedostatni wiersz „...*uprawiane w celu wykorzystania na cele energetyki...*” ujęcie stylistyczne.
3. Str. 16 Trzeci wiersz od góry „*Pierwsza waloryzacja zasobów znajdujących się w Polsce...*” co oznacza słowo waloryzacja ?

4. Str. 23 W rozdziale **2.6.3 Wilgotność** Autor w tekście używa zamiennie słowa wilgotność i zawartość wody. Jest to błędne gdyż wilgotność wyrażana jest w % a zawartość wody w $\text{kgH}_2\text{O/kg.s.s}$ i nie są to te same wielkości.
5. Str. 24 Wiersz 19 od góry, Autor omawia badania Halla i napisał „ w swoich badaniach dowiedli, że dla konkretnej wilgotności zagęszczanego materiału, można zmniejszyć ciśnienie zagęszczania lucerny oraz trawy bermudzkiej stosując odpowiednio wysoką temperaturę.” Może warto byłoby podać **konkretne** wartości tych czynników.
6. Str. 26 Zaczynanie nowego akapitu od słów „ Co więcej, redukcja wielkości cząstek.” nie jest nową myślą, od której zaczynamy akapit.
7. Str. 36 Wiersz 16 od góry, początek zadania jest troszkę humorystyczny „Wybór ten został umotywowany tym, że rośliny te...”
8. Str. 37 W dziewiątym wierszu po liczbie 50 brakuje słowa lat...
9. Str. 47 Wiersz czwarty od dołu powinno być „ w komorze suszarki ”
10. Str. 49 Nazwa rozdziału **5.2 Charakterystyka materiału badawczego** jest myląca gdyż w tym rozdziale określane są cechy termofizyczne surowca badawczego a nie charakterystyka roślin, która była już wcześniej.
11. Str. 51 Czwarty wiersz od dołu, należy wykreślić słowo **użyciu**.
12. Str. 62 Ósmy wiersz od góry, zdanie „ Aby pominąć wpływ wysokości peletu na wynik DU, bazując na peletu i jego wysokości, należy obliczyć masę tzw. peletu zastępczego m_{E10} o wysokości h_{k10} równej 10 mm...” nie jest do końca zrozumiałe. Pomijamy wysokość bazując na wysokości.....
13. Str. 63 Nazwa rozdziału **5.4 Badania właściwe** mogła brzmieć „Badania główne” bo inaczej to jest sugestia, że przeprowadzone wcześniej do właściwych nie należały tylko były błędne.
14. Str. 65 Trzeci wiersz od dołu, zdanie „W zależności od badanego wariantu geometrii, umożliwi to składanie kanału z modułu cylindrycznego i stożkowego.” nie zrozumiałe. Również należy przededagować budowę modułową wymienioną na Str 66.
15. Str. 74 Wiersz dziesiąty od góry, „Przestrzenne wykresy powierzchniowe dają w pewnym stopniu czytelniejszy obraz tych zależności, ale ponownie osobno dla każdego parametru...” zdanie niezrozumiałe.
16. Str. 89 Ósmy wiersz od dołu, „Zależność objętości sekcji stożkowej w zależności od jej kąta wierzchołkowego przedstawiono na rysunku..” zdanie niezrozumiałe.

17. Str. 91 Czwarty wiersz od dołu nieprawidłowy odsyłacz do rysunku, jest (Rys. 33) a powinien być (rys. 34).
18. Str. 99 Ósmy wiersz od góry, „ długości 25 mm oraz 35 mm.” Na adekwatnym wykresie jest wartość 15 a nie 35.
19. Str. 105 Niejednaki zapis mian na osiach rzędnych DE oraz innych wykresach.
20. Str. 150 W bibliografii widnieje pozycja „ Piotr Gradziuk (1999).” a w tekście jest cytowana jako „(Gradziuk (1999)).

4. Uwagi dyskusyjne.

1. W rozdziale pracy **5.3.4 Oznaczanie parametrów jakościowych**, Autor napisał o wykorzystaniu modyfikacji metody określenia wytrzymałości mechanicznej peletów. Bardzo proszę o wyjaśnienie czym był materiał balastowy i jaki miał wpływ na przebieg doświadczenia, skoro jego masa wynosiła 500g, a masa próbek była ≤ 10 g.???
2. Wyniki badań zostały w większości pracy przedstawione w formie graficznej pod postacią punktów połączonych linią. Czy Autor nie zastanawiał się nad aproksymacją tychże punktów?
Analizując te wykresy odnoszę wrażenie, że to są wyniki pojedynczych pomiarów. Nie znalazłem żadnej wzmianki o liczbie wykonanych powtórzeń czy też uśrednieniu wyników. Brak jest analizy błędów pomiarowych. Proszę o komentarz w tej kwestii.
3. Autor oznacza trzy gęstości (właściwa, bezwzględna i nasypowa) oraz trzy porowatości (zewnątrzną, wewnętrzną i całkowitą). Proszę o uzasadnienie, która z tych cech jest najważniejsza do zagęszczania ciśnieniowego i dla czego?
4. Wniosek 1 mówi, że „*Geometria kanału zagęszczającego ma istotny wpływ na gęstość właściwą oraz wytrzymałość mechaniczną peletów uzyskanych z biomasy miskanta, roznika oraz ślazowca*”, jest on ściśle powiązany z H1: „*Geometria kanału zagęszczającego matrycy ma istotny wpływ na DE i DU peletu*”, jestem zmuszony stwierdzić, że obydwie konkluzje wprowadzają czytelnika w błąd przez użyte słowo „*istotne*”. W pracach badawczych określa się poziom istotności stosując odpowiednie testy statystyczne. Tutaj takowych brak. O ile w rozdziale **3. Cel**, nie miałem do tego sformułowania uwag, to po lekturze pracy już mam. Proszę Autora o wyjaśnienie tego zapisu.

5. Podsumowanie

Powyższe uwagi nie obniżają oceny pracy merytorycznej, stanowią jedynie wskazówki dla Doktoranta dotyczące publikacji rozprawy, albo wybranych jej części. Recenzowana praca doktorska mgr inż. Jakuba Styksa pt: „**Wpływ geometrii kanału matrycy na jakość peletu uzyskiwanego z biomasy**” daje solidną podstawę do kolejnych badań wzbogacając dotychczasowy stan wiedzy na temat miskanta, roznika oraz ślázowca. Rozszerzając badania o inne grupy materiału roślinnego, mogą one korzystnie wpłynąć na produkcję biopaliw stałych lub być zastosowane do produkcji urządzeń zagęszczających. Autor zaproponował również nowe, nigdzie dotąd niestosowane narzędzie (Mapy), które w sposób precyzyjny pozwala dobierać parametry zagęszczania danego gatunku roślin, w taki sposób, aby uzyskane paliwo stałe było dobrej jakości. Warto tutaj nadmienić duże zaangażowanie Autora w przeprowadzenie badań. Wykazał się w nich innowacyjnością, do której można zaliczyć: konstrukcję nowatorskiego stanowiska badawczego oraz modyfikację metody do wyznaczania wytrzymałości mechanicznej uzyskanych peletów.

6. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska doktorska mgr inż. Jakuba Styksa pt: „**Wpływ geometrii kanału matrycy na jakość peletu uzyskiwanego z biomasy**” dotyczy naukowego zagadnienia, właściwego dla obszaru nauk technicznych i dyscypliny inżynieria mechaniczna. Doktorant wykazał się wiedzą i umiejętnościami dojrzałego naukowca, a uzyskane efekty mają duże znaczenie poznawcze i aplikacyjne. Uważam, że zamierzony cel został osiągnięty, a rezultaty badań pozwalają na stwierdzenie, iż problem naukowy został rozwiązany w sposób oryginalny.

Uwzględniając powyższe uwagi, oceniam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Jakuba Styksa spełnia wymagania Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65z dn. 14 marca 2003 r., poz. 595) i wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Wydziału Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o przyjęcie i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

