

dr hab. inż. Halina Szafrńska, prof. UTH Rad.
Katedra Fizykochemii i Technologii Materiałów
Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny
im. Kazimierza Pułaskiego
Radom

Radom, 08.09.2023

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Moniki Bałach - Kinsella

pt. „Rozważania na temat wskaźnika określającego jakość dopasowania odzieży do sylwetki użytkownika za pomocą skanera 3D oraz systemu CAD”

**Promotor pracy: prof. dr hab. inż. Iwona Frydrych, Politechnika Łódzka
Promotor pomocniczy: dr inż. Agnieszka Cichocka, Politechnika Łódzka**

Podstawa prawna recenzji:

Recenzje opracowano na podstawie pisma Pani prof. dr hab. inż. Barbary Błażejczyk – Okolewskiej Przewodniczącej Rady ds. Stopni Naukowych Politechniki Łódzkiej w dyscyplinach Inżynieria Mechaniczna, Inżynieria Materiałowa z dnia 11.07.2023.

1. Wstęp.

Ocena rozprawy doktorskiej została dokonana z wykorzystaniem czterech głównych kryteriów.

- Prawdliwość zdefiniowania problemu naukowego i jego aktualność, powiązana z aspektem jego oryginalności.
- Poprawność celów i hipotez badawczych powiązana z poziomem ich weryfikacji.
- Poprawność i spójność rozprawy doktorskiej, prezentacji wyników badań oraz wnioskowania.
- Umiejętność samodzielnej pracy naukowej z uwzględnieniem warsztatu naukowego Doktoranta.



2. Prawdliwość zdefiniowania problemu naukowego i jego aktualność, powiązana z aspektem jego oryginalności

Rozprawa doktorska przygotowana przez mgr inż. Monikę Bałach - Kinsella dotyczy problemu optymalizacji systemów CAD/CAM przeprowadzonej dla zapewnienia szybszej i dokładniejszej analizy wirtualnych przymiarek wyrobów odzieżowych.

W tym celu Autorka przedstawiła proces tworzenia poprawnej układalności bluzki damskiej z wykorzystaniem trzech różnych tkanin w środowisku wirtualnym, odnosząc się do wzorca w postaci zdigitalizowanej układalności tkanin w bluzce w środowisku rzeczywistym. Doktorantka skoncentrowała się na opracowaniu nowych wskaźników podatności na formowanie oraz wprowadzeniu ich do programu Blender, co pozwoliło na przeprowadzenie symulacji ułożenia bluzek na awatarze, a następnie analizy dopasowania odzieży wirtualnej do odzieży rzeczywistej.

Doktorantka sformułowała w pełni uzasadniony, bardzo oryginalny problem badawczy, ponieważ dotychczasowe wirtualne przymiarki nie odwzorowują rzeczywistej układalności materiału na ciele człowieka. Z tej przyczyny istnieją problemy z przeprowadzeniem właściwej analizy dopasowania odzieży do sylwetki użytkownika.

Wybór problemu badawczego został poprzedzony wnikliwą analizą literatury z zakresu objętego tematyką pracy badawczej. Trafność wyboru tematu dysertacji oceniam wysoko.

3. Poprawność celów i hipotez badawczych powiązana z poziomem ich weryfikacji

Rozprawa doktorska przygotowana przez mgr inż. Monikę Bałach - Kinsella ma na celu wyznaczenie wskaźnika określającego jakość dopasowania odzieży do sylwetki użytkownika za pomocą skanera 3D oraz systemu CAD.

Teza prezentowanej pracy doktorskiej głosi, że zmodyfikowanie metrologicznego wskaźnika podatności na formowanie płaskiego wyrobu włókienniczego, wprowadzenie go do systemu CAD i przeprowadzenie symulacji bluzek z nowym współczynnikiem podatności na formowanie, pozwoli poprawić jakość odwzorowania układalności rzeczywistej bluzek na sylwetce manekina w rzeczywistości wirtualnej uzyskiwanej w programie Blender.

Aby zrealizować cel pracy i udowodnić postawioną tezę pracy, Doktorantka podzieliła swoją pracę na etapy realizując w nich zadania, które w poszczególnych rozdziałach zostały szczegółowo opisane.

Pierwszy etap badań dotyczył opracowania konstrukcji bluzki damskiej i uszycie trzech sztuk bluzek składających się z jednocześnie form: przodu, tyłu i długiego rękawa.

Do eksperymentu Autorka wybrała trzy rodzaje tkanin zróżnicowane pod względem masy powierzchniowej, rodzaju włókien i splotu tkaniny. Badania dotyczące właściwości mechanicznych użytych w eksperymencie tkanin przeprowadziła na

systemie Kawabata Evaluation System for Fabric (KES-FB), wyznaczając ich parametry rozciągania, ściskania, zginania i ścinania.

Przy użyciu skanera firmy TC2 Image Twin Doktorantka zeskanowała manekina bez bluzek oraz z nałożonymi bluzkami. Uzyskane kontury zeskanowanego manekina i rzeczywistych bluzek stanowiły wzorzec dla planowanej w kolejnych krokach symulacji związanej z układalnością poszczególnych tkanin w bluzkach w systemie Blender.

Następnie Doktorantka najpierw zbudowała awatar wykorzystując oprogramowanie RapidformXOR3, Wrap 3.4 i program Blender 3.0, a następnie opracowała model matematyczny, którego celem było wprowadzenie współczynnika podatności na formowanie jako wartości określanej w postaci algorytmu implementowanego w systemach komputerowych, sterujących modułami do symulacji układalności odzieży w środowisku wirtualnym. W kolejnym kroku dokonała jego trzykrotnej modyfikacji wprowadzając dwa opracowane samodzielnie współczynniki podatności na formowanie oraz jeden powołany z literatury. W dalszej kolejności stworzyła oprogramowanie do szybkiego procesu szycia w układzie 3D, bez ingerencji człowieka. Do zaprojektowania algorytmu sterującego tym procesem wykorzystowała program Blender i język programowania Python. Innowacyjnym rozwiązaniem tego algorytmu jest rozpoznawanie form odzieżowych i lokalizowanie ich odpowiednio na ciele awatara, co zostało przetestowane i wykorzystane w pracy do wirtualnego szycia analizowanych bluzek.

Należy podkreślić, że Doktorantka zaprezentowała w pracy nowe rozwiązanie poprzez przeliczanie wartości pobranych z systemu KES-FB i odczytywanie ich oddziaływania na układ siatki w programie Blender jako całości, dając podstawę do oceny układalności tkaniny w 3D.

W celu porównania układalności zeskanowanych rzeczywistych bluzek (tzw. wzorców) z układalnością bluzek wirtualnych, Autorka wyznaczyła przekroje poprzeczne na trzech wysokościach awatara tj. na linii klatki piersiowej, talii i bioder. Przekroje te zrealizowała dla bluzek rzeczywistych oraz dla bluzek wirtualnych powstałych przy użyciu programu Blender w czterech wersjach: tj. wersja producencka niezawierająca w modelu tkaniny współczynnika podatności na formowanie i trzech wersji Blendera zawierającymi modele tkanin z wykorzystaniem trzech nowych współczynników podatności na formowanie.

W ostatnim etapie pracy dla oceny zgodności (jakości) odwzorowania układalności rzeczywistej bluzek na sylwetce manekina w przestrzeni wirtualnej, Doktorantka dokonała analizy porównawczej (jakościowej i ilościowej) oraz statystycznej. Stwierdziła, że uzyskane wyniki badań nie wskazują jednoznacznie, który z wprowadzonych współczynników podatności na formowanie jest najlepszy.

Jednocześnie wykazała, że programy posiadają możliwość wprowadzania parametrów mechanicznych tkanin.

Wprowadzenie przez Autorkę nowych współczynników podatności na formowanie wykazało, iż parametry mechaniczne tkanin wpływają na optymalizację układalności tkaniny w przestrzeni 3D. Uzyskane wyniki badań potwierdzają lepszą jakość odwzorowania układalności bluzki rzeczywistej przez zasymulowaną układalność

bluzki wirtualnej na awatarze z wykorzystaniem zmodyfikowanych współczynników podatności na formowanie, w porównaniu do programu Blender w wersji produkcyjnej.

Oznacza to że Doktorantka zrealizowała założony cel pracy i potwierdziła główną tezę rozprawy.

Pozytywnie oceniam sposób planowania i przeprowadzenia eksperymentów, jak również uporządkowany sposób ich opisywania pozwalający podążać za sposobem myślenia Doktorantki.

4. Poprawność i spójność rozprawy doktorskiej, prezentacji wyników badań oraz wnioskowania

Układ rozprawy ma charakter tradycyjny. Pracę podzielono na część teoretyczną, empiryczną oraz analizę porównawczą wyników badań, w tym statystyczną. Sumarycznie zawiera 6 rozdziałów o rozbudowanej strukturze, zawiera aż 71 rysunków, 20 tabel oraz 12 załączników zawierających aż 78 rysunków i 18 tabel. Pracę poprzedza czterostronicowy spis oznaczeń użytych w rozprawie. Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska liczy aż 222 strony z załącznikami.

W pracy została wykorzystana szeroka literatura przedmiotu. Wykaz bibliografii obejmuje 95 pozycji, w tym dwie publikacje wieloautorskie, w których Doktorantka jest pierwszym autorem.

Praca pod względem struktury jest spójna, tworzy logiczną całość. Rozdziały zawierają opisy badań realizowanych w kolejnych etapach doktoratu, konsekwentnie prowadząc do udowodnienia tezy pracy.

Rozdział pierwszy zawiera sprawnie przygotowane wprowadzenie oraz zawiera cel i tezę pracy, które zostały poprawnie sformułowane.

Mając na uwadze złożoność podjętego problemu badawczego Doktorantka w rozdziale drugim pt. "Aktualny stan wiedzy w świetle literatury" dokonała wnikliwej i obszernej analizy doniesień literaturowych związanych z przedmiotem pracy.

Analiza przeglądu literatury obejmuje zagadnienia sposobu dopasowania odzieży do sylwetki człowieka w środowisku rzeczywistym i przestrzeni wirtualnej, zagadnienia związane z właściwościami mechanicznymi tkanin i ich wpływu na układalność tkaniny na sylwetce człowieka. Dodatkowo Autorka przytoczyła informacje poszerzające wiedzę, ale luźno związane z przedmiotem doktoratu. Zagadnienia dotyczące komfortu użytkowego odzieży zostały zaprezentowane na siedmiu stronach, a nie są wykorzystywane w pracy np. do dyskusji wyników.

W kolejnych rozdziałach obszernie analizuje badania i rozważania dotyczące wirtualnych przymiarek odzieży, które obecnie wymagane są nie tylko w branży odzieżowej, ale także przez konsumentów odzieży. Ta część rozprawy kończy się dwustronicowym podsumowaniem. Wynika z niej, że Doktorantka dokonała wnikliwej analizy podjętej interdyscyplinarnej tematyki badawczej, co pozwoliło sprecyzować elementy nowości i zakres badań.

Podsumowując, uważam, że aktualny stan wiedzy został przedstawiony w sposób wyczerpujący.



Rozdział trzeci pracy doktorskiej pt. „Część empiryczna” jest przedstawiony poprawnie, w logiczny i zwięzły sposób Doktorantka prezentuje zakres pracy, jaką wykonała w ramach doktoratu.

Rozdział 3.2 pt. „Opis formy odzieżowej zastosowanej w badaniu” dotyczy opracowania konstrukcji bluzki damskiej wg Z. Parafianowicza dla manekina żeńskiego w rozmiarze 40 i uszycia trzech bluzek tego samego modelu składających się z jednoczęściowych form: przodu, tyłu i długiego rękawa.

Mój niedosyt budzi zbyt małe skoncentrowanie się na przebiegu procesu modelowania podstawowej bluzki damskiej. Zabrakło przedstawienia efektu końcowego etapu modelowania w wyniku którego otrzymano poszczególne formy elementów bluzki damskiej. W moim odczuciu brakuje również zaprezentowania uszytych bluzek na manekinie prezentującym je w rzeczywistości, jeszcze przed skanowaniem.

W rozdziale 3.4 Doktorantka dokonuje opisu rodzaju materiałów wykorzystanych do badań. Podaje również informację, że bluzki uszyto przy użyciu maszyny półautomatycznej typu Juki. Wątpliwość Recenzenta budzi zbyt skąpa informacja dotycząca charakterystyki zastosowanych szwów tj. ich struktury i warunków wykonania.

W rozdziale 3.8.2 dotyczącym tworzenia przekrojów poprzecznych awatara Doktorantka dokonała symulacji bluzek z wykorzystaniem programu Blender oraz symulacji bluzek ze zmodyfikowanymi współczynnikami podatności na formowanie.

Symulacje dla trzech bluzek zostały przeprowadzone w dwóch kierunkach tj. wzdłuż osnowy i pod kątem 45°. Brakuje w pracy uzasadnienia takiego wyboru.

Rozdział 6 zawiera wykaz bibliografii.

W rozprawie znajdują się jednak pewne niedociągnięcia.

Str. 19 – „Przyrząd do pomiaru rozciągania pozwala wyznaczyć następujące wartości” – powinno być wskaźniki/parametry. Również na tej stronie brakuje jednostek dla wymienionych wskaźników.

Str. 24, 25 - „B jest sztywnością zginania tkaniny [μNm]” - powinno być [$\mu\text{N}\cdot\text{m}$].

Str. 20 - G – „Sztywność skręcania (N/m)” - powinno być „Sztywność ścinania”.

Str. 95, tabela 9. Zamiast określenia „Masa [g/cm^2]” – powinno być „Masa powierzchniowa [g/m^2]”.

Str. 106 – w zdaniu „Długości odcinków od środka przekroju poprzecznego do konturu obliczane są w milimetrach i zestawione w tabelach ()” – brakuje podania numerów tabel.

Niezależnie od powyższych uwag, Doktorantka sukcesywnie realizowała cel pracy, przedstawiając go w postaci komplementarnej procedury projektowania, co w efekcie pozwoliło jej dokonać symulacji ułożenia tkaniny wirtualnej na awatarze i przeprowadzić analizę porównania układalności bluzek wirtualnych z układalnością bluzek rzeczywistych.

5. Umiejętność samodzielnej pracy naukowej z uwzględnieniem warsztatu naukowego Doktoranta.

Dokładna analiza rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki Bałach - Kinsella pokazuje, że podjęła się Ona ambitnego zadania analizy i opracowania algorytmów z wprowadzeniem współczynnika podatności na formowanie, algorytmu do automatycznego zszywania odzieży, które to wspomagają proces symulacji układalności bluzek w przestrzeni wirtualnej.

Przedstawiona dysertacja jest typowym działaniem teoretyczno-doświadczalnym, polegającym na formułowaniu hipotez teoretycznych, sprawdzanych następnie doświadczalnie.

Autorka podczas wykonania zadań wykazała się umiejętnością obsługi przyrządów systemu KES-FB, wiedzą na temat odzieży związaną z konstrukcją form bluzki podstawowej, konfekcjonowaniem odzieży oraz wiedzą matematyczną i informatyczną wymagającą umiejętnością programowania z użyciem języków Python oraz C++. Tym bardziej trzeba podkreślić samodzielność, dojrzałość i przygotowanie analiz teoretycznych i badań doświadczalnych, skrupulatność w ich przeprowadzaniu oraz konsekwencję w dążeniu do wytyczonego celu.

6. Wniosek końcowy

Niezależnie od przedstawionych wyżej uwag, pracę doktorską mgr inż. Moniki Bałach - Kinsella oceniam pozytywnie. Bazując na analizie stanu wiedzy i dostępnej literaturze przedmiotu Doktorantka doszła do wniosku, że dotychczasowe metody projektowania nie zapewniają rzeczywistej układalności materiału na ciele człowieka w przestrzeni wirtualnej. W efekcie dokonanych analiz i prac doświadczalnych stworzyła autorską metodę projektowania, która wnosi elementy naukowe w obszarze wirtualnych przymiarek odzieży.

Wszystko to pozwala stwierdzić, że recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska „Rozważania na temat wskaźnika określającego jakość dopasowania odzieży do sylwetki użytkownika za pomocą skanera 3D oraz systemu CAD” - spełnia wymagania dla prac doktorskich zawarte w art. 13. ust.1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (tj. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 z późn. zmianami) .

W związku z tym wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Moniki Bałach - Kinsella do dalszych etapów przewodu doktorskiego i publicznej obrony.



dr hab. inż. Halina Szafrńska, prof. UTH Rad.