

Poznań, 8.11.2024

Dr hab. inż. Małgorzata Zimniewska
Ekspert European Innovation Council
Bruksela

RECENZJA

Rozprawy Doktorskiej mgr inż. Agaty Ponieckiej pt.:

„Właściwości mechaniczne kompozytów zawierających jako wzmocnienie haft techniczny wykonany z włókien lnianych”

zrealizowanej pod opieką dr hab. inż. Marcina Barburskiego, prof. uczelni w Instytucie Architektury Tekstyliów na Wydziale Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów Politechniki Łódzkiej

Praca doktorska realizowana przez mgr. inż. Agatę Poniecką obejmuje badania możliwości wykorzystania haftu technicznego z użyciem niedoprzędu lnianego jako wzmocnienie kompozytu na bazie żywicy epoksydowej. Praca jest ciekawa, podejmuje problem na miarę aktualnych potrzeb nowych rozwiązań technologicznych dla sektora kompozytów z uwzględnieniem oceny wpływu środowiskowego opracowanego produktu. Praca jest obszerna obejmuje 193 strony, posiada tradycyjną, przejrzystą strukturę, która zapewnia łatwość śledzenia postępu realizowanych prac. Została podzielona na 9 rozdziałów, zawiera 126 rysunków, 41 tabel, wykaz skrótów i symboli, bibliografię, spis tabel, spis rysunków oraz załączniki, w których w formie tabelarycznej zestawione są wyniki badań. Włączenie do pracy dodatkowych wykazów takich jak: wykaz skrótów i symboli oraz wykaz tabel i rysunków jest wartością dodaną opracowania, ponieważ ułatwia poruszanie się po zawartych w pracy danych.

Realizując ocenę niniejszej pracy doktorskiej skoncentrowałam się na trzech kryteriach:

1) czy rozprawa prezentuje ogólną wiedzę Doktorantki w dyscyplinie inżynieria materiałowa, 2) czy Doktorantka potwierdziła umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz 3) czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

1) ocena wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie inżynieria materiałowa;

Mgr inż. Agata Poniecka realizując niniejszą pracę doktorską potwierdziła, że posiada wiedzę w zakresie właściwym dla tematu dysertacji na poziomie wystarczającym do

realizacji badań i osiągnięcia celu pracy. Przeglądu literatury dokonała na podstawie 136 pozycji literaturowych, natomiast lista źródeł literaturowych wykorzystanych w całej pracy doktorskiej zawiera 155 pozycji. Doktorantka swobodnie porusza się po literaturze polskiej i angielskojęzycznej wykorzystując w swojej pracy artykuły opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych w ostatnim dwudziestoleciu adekwatnie do podjętego tematu pracy. W Bibliografii oprócz artykułów wymienione są tytuły norm, których wykorzystanie było elementem niezbędnym do realizacji badań. Realizując badania Pani Agata potwierdziła znajomość metod badawczych wykorzystanych do weryfikacji hipotez doktoratu, umiejętność stosowania technologii wytwarzania haftu technicznego, formowania laminatów kompozytowych oraz korzystania z metody badań numerycznych dla haftu technicznego i kompozytów wytworzonych na bazie haftu.

Wszystkie ważne aspekty pracy, tj.: analiza stanu wiedzy, zastosowana metodyka, realizowane zgodnie z obowiązującymi normami badania, charakterystyka surowców, potwierdzają ugruntowaną wiedzę Doktorantki w obszarze właściwym dla inżynierii materiałowej w zakresie tematyki doktoratu.

W rozdziale 3 zostały opisane w sposób ogólny aspekty kompozytów, wzmocnień kompozytów oraz technologie ich wytwarzania w szczególności metoda Tailored Fibre Placement. Doktorantka scharakteryzowała surowce wykorzystane do badań, tj. włókna lniane i żywicę epoksydową. Nakreśliła problematykę zrównoważonego rozwoju oraz recyklingu kompozytów. Przegląd literatury kończy podsumowanie, w którym wskazana jest luka w dostępnej literaturze w zakresie wykorzystania haftu technicznego jako elementu wzmacniającego kompozyt.

Nie mniej jednak w pracy znalazły się pewne niedopowiedzenia, wskazanie których ma na celu przekazanie młodemu naukowcowi, jakim jest Doktorantka pewnych wskazówek na przyszłość. Str. 23 – Doktorantka pisze, że len jest odporny na promieniowanie UV - należałoby zweryfikować to stwierdzenie. Odporność lnu na promieniowanie UV nie jest oczywista, w ubiegłych stuleciach nasi przodkowie rozkładali płótna lniane na nasłonecznionych łąkach w celu wybielenia tkanin. Promienie słoneczne powodują stopniowy rozpad lignin, dzięki czemu włókno lniane przyjmuje jaśniejszą barwę. Z kolei obecność lignin i kwasów fenolowych we włóknie lnu powoduje absorbowanie promieni ultrafioletowych, dzięki czemu odzież lniana wykonana z tkaniny o dużej gęstości nitek stanowi barierę dla promieniowania ultrafioletowego chroniąc skórę człowieka przed jego szkodliwym działaniem.

Str. 26 - kompozyty zbrojone włóknami naturalnymi – należałoby dokładniej opisać te kompozyty na podstawie dostępnej literatury, wyjaśnić dlaczego włókna naturalne są dobrym surowcem do wzmocnień kompozytów, opisać że gęstość włókien lnu/konopi wynosi $1,5 \text{ g/cm}^3$ dzięki czemu kompozyty wzmacniane tymi włóknami mogą być nawet o 30% lżejsze od kompozytów wzmacnianych włóknem szklanym przy zachowaniu właściwości mechanicznych na porównywalnym poziomie. Te właściwości lnu obok

aspektów prośrodowiskowych powodują, że włókna lniane są bardzo często wykorzystywane do wzmocnienia kompozytów, zwłaszcza w przemyśle samochodowym gdzie redukcja masy pojazdu wiąże się z mniejszym zużyciem paliwa podczas eksploatacji auta.

Analiza doniesień literaturowych dotyczących kompozytów powinna zawierać również omówienie zalet kompozytów wzmocnianych włóknami naturalnymi oraz kierunki wykorzystania tych właśnie kompozytów, ponieważ jest to obszar ściśle związany z tematyką niniejszej rozprawy doktorskiej.

W rozdziale „Technologie wytwarzania wzmocnień kompozytów” Doktorantka stwierdza, że najczęściej stosowanym rodzajem wzmocnienia w kompozytach są tkaniny. Zdanie to jest nieprawdziwe, ponieważ termin kompozyty jest terminem bardzo szerokim, obejmującym wiele rodzajów materiałów kompozytowych, tkaniny stosuje się w celu wzmocnienia kompozytów strukturalnych głównie w laminatach, natomiast istnieje szeroka gama kompozytów, w których wykorzystuje się same włókna, np. wytwarzanych metodą wytłaczania i wtrysku czy przytoczoną w pracy doktorskiej metodą AFP.

W podrozdziale 2.5. poświęconym zrównoważonemu rozwojowi brakuje informacji definiujących zrównoważony rozwój oraz omówienia jego celów. ONZ w ramach The 2030 Agenda for Sustainable Development w 2015r. zdefiniowało 15 celów zrównoważonego rozwoju (SDGs). Dobrze by było, żeby Doktorantka wykorzystała wiedzę dostępną w doniesieniach literaturowych podczas omawiania swojej pracy. Oprócz LCA dobrze byłoby wspomnieć o badaniach śladu węglowego.

Według mojej opinii, mgr inż. Agata Poniecka spełnia wymagania stawiane kandydatom na doktora w dyscyplinie inżynieria materiałowej pod względem posiadanej wiedzy w zakresie zgodnym z tematyką pracy doktorskiej.

2) ocena wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora;

Mgr inż. Agata Poniecka poprawnie wytyczyła metodykę badań niezbędną do osiągnięcia celu pracy doktorskiej. Przygotowanie materiału badawczego, wytypowanie metod badań parametrów mechanicznych haftu technicznego oraz kompozytów wzmocnionych wybranymi wyrobami na bazie niedoprzędu lnianego, zastosowanie badań numerycznych oraz środowiskowa ocena cyklu życia jak również analiza wyników i formułowanie wniosków są adekwatne do weryfikacji przyjętych w doktoracie hipotez i stanowią solidną podstawę do pozytywnej oceny Doktorantki w zakresie umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.



Doktorantka przedstawiła cel główny i dwa cele szczegółowe, które zostały jasno sformułowane.

Hipoteza główna sformułowana jest na poziomie dużej ogólności. Ponieważ hipoteza jest jednym z najistotniejszych elementów pracy doktorskiej, należy ją sformułować w sposób jednoznaczny. Hipoteza powinna jasno precyzować, że haft techniczny ma służyć jako wzmocnienie kompozytu, sformułowanie „podczas produkcji kompozytów” posiada wiele znaczeń.

Hipotezy szczegółowe są poprawnie zdefiniowane.

W części pracy opisanej w rozdziale 4, Doktorantka poprawnie zaplanowała badania, przygotowała próbki do badań ze zróżnicowanym ułożeniem niedoprzędu w hafcie technicznym w kolejnych warstwach, co pozwoliło na weryfikację pierwszej hipotezy szczegółowej.

Nasuwa się pytanie o zagwarantowanie tej samej dokładności w przygotowaniu próbek ze względu na ręczne nasączenie warstw haftu mieszaniną żywicy oraz utwardzacza. Brakuje informacji w jaki sposób Doktorantka nasączała warstwy haftu, jaka ilość mieszaniny była aplikowana, czy były zagwarantowane jednakowe warunki nasączania w każdym przypadku, jeżeli warunki nie były jednakowe, to należałoby to opisać.

Str. 71 – Akapit, w którym Doktorantka pisze: „*Warianty 1 i 2 zawierały te same warstwy o kącie 90°, 45° i -45°, ale różniły się liczbą warstw o kącie 0°. Opcja 1 miała dwie z nich, podczas gdy opcja 2 miała jedną. Tak mała różnica w liczbie warstw o kącie 0° pozwoliła zwiększyć wytrzymałość o około 15%*” jest niejasny. Doktorantka zastosowała skrót myślowy, który należy doprecyzować, w którym przypadku wytrzymałość jest większa.

W Rozdziale 5. Doktorantka prawidłowo przeprowadziła analizę porównawczą właściwości mechanicznych kompozytów wzmocnionych haftem technicznym, tkaniną oraz jednokierunkowym układem niedoprzędu.

Nie mniej jednak dla pełniejszej charakterystyki tkaniny lnianej potrzebne jest podanie gęstości nitek osnowy i wątku, co w przypadku nasączania tkaniny mieszaniną żywicy i utwardzacza ma duże znaczenie, ponieważ wpływa na penetrację mieszaniny między nitkami.

Str. 77 / 78. Tab. 14 – zawiera dane charakteryzujące wykorzystywane wzmocnienia kompozytów oraz stosunek objętościowy włókna do żywicy. Poszczególne warianty wzmocnień różnią się między sobą nie tylko orientacją niedoprzędu w kolejnych warstwach oraz długością ścięgu, ale również masą powierzchniową badanych próbek wzmocnienia, jak również masą powierzchniową kompozytu oraz stosunku włókna do żywicy. Próbkę z haftem technicznym dodatkowo były wzmocnione tkaniną bawełnianą, włókniną poliestrową oraz monofilamentem poliamidowym, co nie pozostaje bez wpływu na właściwości mechaniczne wzmocnienia, jak i kompozytów. Mamy tu do czynienia z



wieloma zmiennymi, które niewątpliwie wpływają na właściwości mechaniczne kompozytu. Konieczne byłoby przeprowadzenie dyskusji wpływu parametrów: masy powierzchniowej zarówno wzmocnienia jak i kompozytu, stosunku włókna do żywicy oraz obecności włókniny poliestrowej i tkaniny bawełnianej w przypadku haftu na właściwości mechaniczne kompozytu.

Str. 81 – jest napisane, że pomimo że w procesie haftowania niedoprzęd był przymocowany w kierunku wzdłużnym, nie udało się uniknąć falowania oraz przemieszczania się niedoprzędu pomiędzy poszczególnymi warstwami – w związku z tym nasuwa się pytanie, jaka jest dokładność badania takiej próbki i czy w przypadku przeniesienia wytwarzania wzmocnienia do warunków przemysłowych jest możliwość wyeliminowania falowania niedoprzędu podczas formowania kompozytu.

Badanie właściwości mechanicznych kompozytów realizowane było tylko w jednym kierunku wzdłuż osi haftu. Wytrzymałość na rozciąganie w kierunku prostopadłym do osi wzdłużnej kompozytu jest tożsama z badaniami kompozytu z ułożeniem niedoprzędu pod kątem 90° . Tkanina lniana charakteryzowała się dwukrotnie niższą wytrzymałością w porównaniu z wzmocnieniem haftem technicznym, ale za to gwarantowała podobne wartości wytrzymałości na rozciąganie w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach, co potwierdza wykres - rysunek 43. Wykres potwierdza również, że haft techniczny nadaje kompozytowi dobre właściwości mechaniczne jedynie w kierunku zgodnym z ułożeniem niedoprzędu. Ten fakt znacznie ogranicza możliwości aplikacyjne wzmocnień kompozytów wykonanych metodą haftu technicznego.

Str. 93 – zdanie: „*Zbyt duża (variant 2 mm) lub zbyt mała (variant 8 mm) ilość wkuć igły podczas wytwarzania haftu wpływa negatywnie na wytrzymałość kompozytu na rozciąganie*” jest stwierdzeniem powierzchownym. Liczba wkuć nie oznacza tylko liczby możliwych uszkodzeń powstałych na skutek działania igły, ale również determinuje strukturę samego haftu i to należałoby uwzględnić w dyskusji.

Str. 103 – zdanie: „*Wykres dla tego testu przedstawia charakterystykę obciążenia w zależności od przemieszczenia lub rozwarcia końcówek belki*” nie jest poprawne, ponieważ to wielkość rozwarcia końcówek belki zależy od obciążenia a nie odwrotnie. Podobne stwierdzenie pojawia się kilkakrotnie w podrozdziale 5.3.1., również w tytule rysunków 61 i 62. Doktorantka konsekwentnie powtarza ten sam błąd pisząc o zależności obciążenia od długości rozwarcia końcówek belek. Obciążenie przyłożone do próbki powoduje jej rozwarstwienie, czyli wielkość delaminacji zależy od wartości działającej siły a nie odwrotnie.

Str. 117 – wniosek 1. powinien być bardziej precyzyjnie sformułowany, zwłaszcza pierwsze sformułowanie: „w niektórych miejscach”, wyrażenie takie bez wyjaśnienia w jakich miejscach, nie powinno być używane w pracy naukowej.



Str. 117 - Wniosek 3. – stwierdzenie: Technologia haftu ma wpływ na końcową strukturę przędzy jest nieprawdziwe.

W recenzowanej dysertacji na szczególne podkreślenie zasługuje fakt wykorzystania przed Doktorantką metodyki badań numerycznych, co istotnie podnosi wartość pracy doktorskiej. Pozwoliło to na stworzenie modelu symulacyjnego dla kompozytów wzmocnionych haftem technicznym z wykorzystaniem niedoprzędu lnianego oraz weryfikację wartości parametrów mechanicznych tych kompozytów poprzez porównanie z wynikami prowadzonego eksperymentu.

Str. 121 – niejasnym jest, w jaki sposób wyliczono, że należy zwiększyć moduł sprężystości próbki o 80%. Napisane jest, że moduły sprężystości i ścinania pojedynczego włókna lnu posłużyły do oszacowania tych wartości dla poszczególnych warstw, nasuwa się pytanie, czy określono liczbę włókien w niedoprzędzie i w hafcie?

Str. 154 – jednym z kryteriów wyboru wariantów do weryfikacji były koszty produkcji, nie mniej jednak aspekt kosztów wytwarzania wzmocnień kompozytów nie jest dyskutowany w pracy doktorskiej.

Wartością dodaną pracy doktorskiej jest przeprowadzenie środowiskowej oceny cyklu życia kompozytów wmacnianych haftem technicznym. Ten aspekt jest niezmiernie ważny w obecnych czasach, gdzie kierunkiem priorytetowym dla społeczeństwa i gospodarki na poziomie globalnym jest dbałość o neutralność klimatyczną oraz przeciwdziałanie zmianom klimatu.

Str. 162 – rozważaniom w zakresie LCA poddano haft wykonany z niedoprzędu lnianego oraz z tkaniny lnianej, a nie kompozyt wytworzony z udziałem tych wzmocnień. Przyjęto, iż produkty po zakończeniu fazy używania, będą utylizowane w spalarni odpadów – założenie jest błędne, ponieważ tkanina lniana jest wyrobem jednorodnym surowcowo, w związku z tym zużytych tkanin lnianych nie poddaje się spalaniu, są one poddawane recyklingowi mechanicznemu bądź chemicznemu, w wyniku czego pozyskiwany jest z nich surowiec odpowiedni do innych zastosowań. W przypadku wyrobów wielosuwrowcowych, w tym haftu, który zawiera w swojej strukturze surowce o zróżnicowanej budowie chemicznej, nie nadające się do bezpośredniego recyklingu, spalanie jest najczęstszą metodą utylizacji. LCA, czyli ocena cyklu życia od kotłyski do grobu powinna obejmować również fazę wykorzystania zużytego materiału. Ten aspekt wpływu środowiskowego jest niezmiernie ważny i szkoda, że przeprowadzona analiza nie objęła etapu „grób”, który niewątpliwie ma wpływ ocenę LCA.

Str. 162 – Niewątpliwą zaletą haftu technicznego jest niskoodpadowa technologia. Aspekt powstawania odpadów został wielokrotnie wykorzystany do wskazania różnic między haftem a tkaniną. Nie mniej jednak w przypadku tkaniny z niedoprzędu aspekt odpadowy nie został dokładnie przeanalizowany. Odpady powstające podczas cyklu produkcyjnego wyrobów z włókien naturalnych, w tym przypadku tkaniny z niedoprzędu są cennym

surowcem do wykorzystania w innych technologiach. Ograniczenie powstawania odpadów jest zgodne ze strategią „zero waste”, dotyczy to przede wszystkim wieloskładnikowych produktów, których recykling jest niemożliwy lub bardzo trudny.

Str. 166 – Doktorantka pisze, że zastosowanie tkaniny bawełnianej do produkcji haftu nie jest obligatoryjne z punktu widzenia technologicznego, nie mniej jednak, w niniejszej pracy doktorskiej badania haftu technicznego przeznaczonego do wzmocnienia kompozytów nie obejmowało wytwarzania haftu bez tkaniny bawełnianej. Nie wiadomo zatem, jakimi właściwościami mechanicznymi charakteryzowałoby się samo wzmocnienie jak również kompozyt wytworzony z udziałem haftu bez tkaniny bawełnianej. Czy formowanie kompozytu w udziałem tego haftu byłoby zasadne z punktu widzenia parametrów wytrzymałościowych? Nie ma na to dowodów. Stąd badanie cyklu życia wzmocnienia wykonanego haftem technicznym bez udziału tkaniny bawełnianej jest niezasadne. Równie dobrze można wziąć pod uwagę wykorzystanie energii słonecznej bądź wiatrowej przy produkcji tkaniny, wtedy zmieni się wartość oddziaływania technologii na środowisko. Są to rozważania hipotetyczne, dlatego badania LCA powinny obejmować jedynie te wyroby, które były wykorzystane w eksperymencie opisanym w pracy doktorskiej. Wnioski sformułowane w rozdziale 8. „Środowiskowa ocena cyklu życia” powinny odnosić się jedynie do wzmocnień kompozytów będących przedmiotem pracy doktorskiej.

W rozdziale 9 Doktoranta dokonała podsumowania badań całej pracy doktorskiej oraz sformułowała wnioski w sposób poprawny i adekwatny do wyznaczonego celu. W sposób jasny potwierdziła słuszność zdefiniowanych w doktoracie hipotez.

Nie mniej jednak nasuwają się pewne wątpliwości, do których Doktorantka powinna się odnieść. Wymienione poniżej wątpliwości nie wpływają na obniżenie pozytywnej oceny pracy.

- Str. 171 – Doktorantka pisze, że „Kompozyty z haftem, zwłaszcza przy ułożeniu włókien wzdłuż kierunku działania siły, są znacznie bardziej wytrzymałe niż kompozyty z tkaniną czy włóknami UD” – stwierdzenie to jest błędne, ponieważ kompozyty wzmacniane haftem tylko (a nie zwłaszcza) przy ułożeniu włókien wzdłuż kierunku działania siły, są znacznie bardziej wytrzymałe niż kompozyty z tkaniną czy włóknami UD. Przy innym ułożeniu niedoprzędu, wytrzymałość kompozytów z haftem jest znacznie niższa niż w przypadku kompozytów wzmacnianych tkaniną.
- Doktorantka pisze, że kompozyty z haftem mogą znaleźć zastosowanie w wielu dziedzinach, gdzie wymagana jest wysoka wytrzymałość i sztywność – trzeba dodać: w zastosowaniach, gdzie wymagana jest wysoka wytrzymałość w jednym kierunku zgodnym z kierunkiem ułożenia niedoprzędu, co do wytrzymałości w innych kierunkach nie mogą być stawiane wygórowane wymagania.

- Wniosek o treści: „Środowiskowa Ocena Cyklu Życia wykazała, iż produkcja przedmiotu z haftu technicznego wykonanego na włókninie poliestrowej ma mniejszy ujemny wpływ na środowisko naturalne, niż produkcja przedmiotu z tkaniny lnianej” nie powinien pojawić się w podsumowaniu pracy, ponieważ dotyczy on wzmocnień kompozytów nie będących przedmiotem badań w niniejszej pracy doktorskiej. W miejsce tego wniosku powinien pojawić się wniosek dotyczący oceny LCA haftu technicznego wykonanego na bazie niedoprzędu lnianego z wykorzystaniem tkaniny bawełnianej, włókniyny poliestrowej i monofilamentu poliamidowego w porównaniu z oceną LCA wzmocnienia z tkaniny lnianej.

Na szczególną uwagę i pozytywną ocenę zasługuje włączenie do pracy doktorskiej podrozdziału: Perspektywy dalszych prac. Tym samym Doktorantka potwierdziła perspektywiczne podejście do problemu badawczego szukając możliwości zastosowania opracowanego rozwiązania w praktyce. Ten aspekt pracy podnosi wartość naukową niniejszej dysertacji.

Problem do dyskusji: w związku z wynikami badań, które wskazały zależności własności mechanicznych od kierunku ułożenia niedoprzędu w hafcie technicznym wykorzystanym do wzmocnienia kompozytu powstaje pytanie: do produkcji jakich wyrobów powinno się rekomendować wykorzystanie kompozytów wzmocnionych haftem technicznym, jeżeli tylko w jednym kierunku właściwości mechaniczne są zadowalające, a w kierunku prostopadłym właściwości te są znacznie niższe.

Podsumowanie oceny wg kryterium 2.

Doktorantka w sposób logiczny opracowała plan pracy oraz metodykę badań, zaplanowała przeprowadzenie eksperymentalnego formowania kompozytów wykorzystując do tego wzmocnienia o zróżnicowanej strukturze wytworzonych na bazie niedoprzędu lnianego oraz badania ich właściwości mechanicznych. Badania realizowała w sposób konsekwentny, adekwatnie do wyznaczonego celu pracy. Przeprowadzone badania z wykorzystaniem stosownych norm, analiza wyników, ich interpretacja pozwoliła na potwierdzenie hipotezy pracy oraz hipotez szczegółowych. Uwagi wskazane powyżej mają pełnić rolę „dobrych rad” na przyszłość, które Doktorantka może wziąć pod uwagę kontynuując pracę naukową. Nie mają one wpływu na moją ocenę doktoratu jako całości pracy naukowej.

Podsumowując stwierdzam, rozprawa doktorska potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez mgr inż. Agatę Poniecką, która ubiega się o nadanie stopnia doktora; kryterium nr 2 uważam za spełnione.



3) ocena wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

Mgr inż. Agata Poniecka wskazała lukę w stanie wiedzy w zakresie wzmocnień kompozytów wykonanych metodą haftu technicznego na bazie niedoprzędu lnianego na podstawie przeprowadzonego przeglądu dostępnej literatury. W ramach realizowanych prac wykorzystwała metodę numeryczną do badania kompozytów wzmocnianych haftem technicznym, co pozwoliło na stworzenie modelu symulacyjnego i określenie wartości parametrów mechanicznych tych kompozytów oraz ich weryfikację poprzez porównanie z wynikami prowadzonego eksperymentu. Ważnym elementem rozprawy są badania wpływu środowiskowego wytworzonego w ramach eksperymentu kompozytu.

Według mojej opinii, rozprawa doktorska mgr inż. Agaty Ponieckiej stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w zakresie właściwości mechanicznych kompozytu wzmocnianego haftem technicznym, na który składają się powiązane ze sobą etapy badawcze: wytworzenie kompozytu wzmocnionego haftem technicznym na bazie niedoprzędu lnianego, naukowe wytypowanie paramentów wpływających na jego właściwości mechaniczne, stworzenie modelu numerycznego oraz ocena środowiskowego cyklu życia.

Uwagi natury ogólnej dotyczące wstępu do pracy doktorskiej

- Doktorantka pisze, że: *„technologia haftu technicznego wpisuje się w zasadę zrównoważonego rozwoju. Jego główną zasadą jest bowiem wytworzenie dokładnie wcześniej zaplanowanego kształtu przedmiotu, przy określonych własnościach mechanicznych – powstające odpady z wykrojów są zatem zredukowane do minimum”*. Nie jest to stwierdzenie prawdziwe, sam fakt, że technologia jest bezodpadowa nie jest wystarczającym argumentem, żeby nazwać technologię zrównoważoną. Zrównoważony rozwój jest wtedy, gdy mamy do czynienia z jednoczesnym korzystnym oddziaływaniem na środowisko, społeczeństwo i ekonomię. Pod względem środowiskowym technologie muszą być technologiami niskoemisyjnymi, zgodne z zasadami gospodarki obiegu zamkniętego, spełnione muszą być warunki surowcowe, niskie zapotrzebowanie na energię i wodę, ocena śladu węglowego.
- Stwierdzenie, że len jest najbardziej ekologiczny w uprawie w porównaniu z innymi surowcami naturalnymi jest nieprawdziwe. Len w okresie wegetacji roślin wymaga stosowania środków ochrony roślin i nawadniania w czasie suszy, ponieważ jest nieodporny na brak wody. W Polsce nie stosuje się nawadniania pola, na którym uprawiany jest len, stąd w okresie suszy plony są niskie. Rośliną włóknistą, która jest bardziej odporna na suszę i chwasty są konopie. Stąd konopie nie wymagają stosowania środków ochrony roślin oraz wody w ilościach takich jak len.
- Stwierdzenie: uprawa lnu wolna jest od zanieczyszczeń jest niejasne, konieczne jest doprecyzowanie o jakie zanieczyszczenia chodzi w kontekście upraw polowych.



- Aspekty zrównoważonego rozwoju same w sobie nie stanowią przesłanki do wykorzystania lnu jako wzmocnienia/wypełnienia kompozytu. O przydatności włókien naturalnych do zastosowań w kompozytach decydują przede wszystkim właściwości włókna.

Uwagi edytorskie, niejasne sformułowania, skróty myślowe:

W pracy można znaleźć liczne skróty myślowe, literówki i nieprecyzyjne sformułowania:

- Rysunek 17a i 17b. Produkcja butów sportowych przy wykorzystaniu haftu technicznego – tytuł rysunku jest nieadekwatny do zaprezentowanej ilustracji, która nie przedstawia procesu produkcji obuwia
- Str. 51 – podsumowanie przeglądu literatury – Doktorantka pisze, że Autorzy dostrzegają lukę w istniejącej literaturze – użycie liczby mnogiej w odniesieniu do autorstwa pracy doktorskiej jest niewłaściwe; jednym z kryteriów recenzji jest ocena, czy doktorantka wykazała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.
- Rysunek 30. Siła zrywająca oraz wydłużenie niedoprzędu lnianego użytego do wykonania haftu technicznego – tytuł rysunku nieadekwatny do przedstawionego wykresu, który prezentuje zależność między siłą zrywającą a wydłużeniem. Podobnie tytuł rysunku 31.
- Str. 52, 63, 75, 111, 118, 154. Schemat prac badawczych jest nieczytelny
- Rysunki 27, 35 – wydłużenie na osi poziomej powinno odzwierciedlać wartości procentowe zgodnie z podaną jednostką, jednakże znaczniki osi poziomej wskazują zwykłe wartości liczbowe, w związku liczby 1,2,3,4,5 na wykresie należałoby odczytać odpowiednio jako 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, co nie pokrywa się z opisami w tekście.
- Rys. 35. Tytuł „Wytrzymałość na rozciąganie oraz wydłużenie wyprodukowanych kompozytów” nie odzwierciedla przedstawionych na wykresie zależności
- Rys. 38, 48, 51 - tytuł rysunku nieadekwatny do przedstawionego wykresu, wykresy ilustrują zależności dwóch zmiennych, taka informacja powinna być w tytule każdego wykresu
- 73 – wnioski się formułuje, sformułowanie: „wyciąganie wniosków” jest kolokwializmem.
- Str. 81 – zdanie „*Wariant UD posiadał jedynie 60% wytrzymałości wariantu 4 mm*”, jest kolokwializmem, nie można posiadać wytrzymałości. Należy zastąpić je zdaniem odpowiednim dla pracy naukowej.
- Str. 85 – zdanie: „*Kompozyt zawierający jako wzmocnienie tkaninę był około pięciokrotnie większy od pozostałych wariantów 90°*” jest niejasne i wymaga wyjaśnienia.
- Rysunki od numeru 50 do 127 - niezgodność numeracji rysunków i opisów w treści pracy

- Str. 101 – w zdaniu: „*następnie za pomocą czarnej farby w sprayu naniesiono kropki umożliwiające precyzyjny pomiar wielkości powstającej podczas badania szczeliny*” wkradł się kolokwializm, stwierdzenie „naniesiono kropki” nie powinno się znaleźć w pracy naukowej
- Str. 102 – stwierdzenie „*zauważono wizualny początek*” jest niegrammatyczne
- Rys. 64 – tytuł rysunku „*Maksymalna wartość siły badanych kompozytów*” jest niekompletny, kompozyty same w sobie nie charakteryzują się siłą.
- Str. 120 – błędne odniesienia w numeracji tabel: w tekście opisującym wyniki jest odniesienie do tabeli 20, podczas gdy w tytule tabeli jest nr 21. Ten błąd powtarza się w odniesieniu do wszystkich tabel o numerach powyżej 20.
- Str. 128 – stwierdzenie: „*Wartości wydłużenia wzrastały wraz z kierunkiem wzdłużnym modelu, osiągając najwyższą wartość przy krawędzi, do którego przyłożona została siła rozciągająca.*” jest nieprawidłowe – wartości jakiegokolwiek parametru nie mogą wzrastać wraz z kierunkiem modelu
- Str. 134 – zdanie: „*Szacunkowo, dla 4-6 warstw spadek wyniesie 2 %, a dla 4-8 warstw spadek wyniesie 5 %*” jest błędne, ponieważ zakres 4-6 zawiera się w zakresie 4-8.
- Str. 153 – stwierdzenie, że „*wytworzenie kompozytu zawierającego jako wzmocnienie haft składający się z 6 warstw, ułożonych pod kątem 0°*” jest niejasne. Czy nie chodzi tu o wzmocnienie składające się z 6 warstw haftu?

Podsumowanie

Przedłożona mi do oceny dysertacja Pani mgr inż. Agaty Ponieckiej jest pracą zasługującą na pozytywną ocenę, zarówno pod względem przyjętej metodyki badań, sposobu prowadzenia rozważań naukowych jak również struktury pracy. Uwagi krytyczne wymienione w recenzji nie wpływają na ocenę końcową.

Doktorantka zaprezentowała ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie inżynieria materiałowa na poziomie adekwatnym do celu pracy.

Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Zawartość merytoryczną dysertacji oceniam pozytywnie.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Agaty Ponieckiej wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa jednocześnie spełnia wymogi formalne stawiane rozprawom w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora, zgodnie z przepisami o stopniach i tytułach naukowych zawartymi w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”. Niniejszym wnioskuję do Przewodniczącego Komisji Doktorskiej oraz Rady do spraw Stopni Naukowych Politechniki Łódzkiej w dyscyplinach inżynieria mechaniczna i inżynieria materiałowa o dopuszczenie jej Autorki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

