

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Sebastiana Karolewskiego
pt. „Wpływ wybranych parametrów technologicznych na wytrzymałość złącza klejonego
stosowanego w połączeniach elementów o różnych właściwościach mechanicznych”**

*wykonanej pod kierunkiem
dra hab. inż. Adama Lipskiego, Prof. PBŚ*

I. Podstawa formalna opracowania recenzji

Formalną podstawę opracowania niniejszej recenzji stanowi pismo z dnia 8.05.2025 o sygnaturze 1/NCS.520.8.2025 wystosowane przez dra hab. inż. Łukasza Muślewskiego, Prof. PBŚ, Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich wraz z zawiadomieniem o wyznaczeniu Uchwałą nr 05/05/2024/2025 z dn. 6.05.2025 ww. Rady na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Sebastiana Karolewskiego pt. „Wpływ wybranych parametrów technologicznych na wytrzymałość złącza klejonego stosowanego w połączeniach elementów o różnych właściwościach mechanicznych”.

II. Ocena pracy doktorskiej

1. Wprowadzenie

Tematyka pracy doktorskiej koncentruje się na zagadnieniach związanych z wykorzystaniem technologii łączenia za pomocą spoiwa w postaci kleju w odniesieniu do zastosowań w przemyśle meblarskim przy łączeniu elementów wykonanych z różnych materiałów; tutaj drewna i metalu. Podczas produkcji wyrobów drewnianych, zwłaszcza mebli, powstaje stosunkowo duża liczba odpadów, które najczęściej przeznaczone są do ogrzewania lub pozyskania ciepła w procesie spalania. Powszechnie wykorzystywane materiały w postaci płyt wiórowych i płyt MDF nie pozwalają zasadniczo na inne wykorzystanie odpadów. Problem zagospodarowania odpadów drewnopochodnych staje się ważkim ze względu na ochronę środowiska oraz oszczędzanie zasobów naturalnych. Innowacyjną metodą przetwarzania tych odpadów jest produkcja płyt o wysokiej gęstości (CDF) jako uszlachetnione znajdują zastosowanie dla elementów o dużej wytrzymałości i np. odporności na wilgoć. Niestety, ze względu np. na grubość płyt nie jest możliwe ponowne ich wykorzystanie w produkcji mebli ze względów technologicznych, zwłaszcza przygotowanie gniazd osadczych oraz montaż elementów okuć mebli za pomocą tradycyjnych wkrętów do drewna.

Poszukiwanie innych metod łączenia komponentów w celu wykorzystania materiałów wytworzonych z odpadów jest więc problemem aktualnym i cennym ze względów aplikacyjnych. Podjęcie takich badań wymaga oceny własności materiałów z których wykonane są płyty oraz elementy okuć, zdefiniowanie metody połączenia, opracowanie technologii produkcji oraz ostatecznie wykonanie badań wytrzymałościowych i weryfikacja trwałości nowych rozwiązań przyjmując jako kryterium funkcjonalność finalnego produktu nie gorszą niż obecnie stosowane rozwiązania.

W tym aspekcie podjęcie przez doktoranta tematu opracowania technologii klejenia i ocena własności takiego połączenia w odniesieniu do elementów wykonanych z materiałów o różnych właściwościach mechanicznych jest uzasadnione z punktu widzenia poznawczego z możliwością potencjalnej aplikacji uzyskanych rozwiązań.

W mojej ocenie zakres niezbędnych działań, które muszą zostać podjęte w kierunku realizacji pracy pozwala ulokować ją w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Doktorant do recenzji przedstawił pracę w zwartej formie książki w miękkich okładkach formatu A4. Praca zawiera 112 stron. Treść pracy została podzielona na 7 rozdziałów z podrozdziałami. Na początku znajduje się spis treści. W pracy zamieszczono 42 rysunki oraz 96 tabel. Spis literatury zawiera 95 pozycji a na końcu dokumentu znajduje się streszczenie w językach polskim i angielskim.

Rozdział 1 pracy stanowi wprowadzenie do problematyki badawczej, ze szczególnym uwzględnieniem aktualnych technologii stosowanych w produkcji mebli, problemu generowania odpadów poprodukcyjnych oraz możliwości ich ponownego wykorzystania. Doktorant przedstawia tematykę rozprawy oraz uzasadnia potrzebę podjęcia danego zagadnienia. W podrozdziale końcowym zdefiniowano cel pracy, którym jest ocena możliwości zastosowania połączeń klejowych zawiasów meblowych jako alternatywy dla tradycyjnych połączeń śrubowych w łączeniu elementów okuć meblowych z płytami drewnopochodnymi. Zakres pracy obejmuje przegląd literatury w zakresie wykorzystywanych materiałów, technologii łączenia oraz metod badawczych, a także realizację badań eksperymentalnych dotyczących właściwości materiałów konstrukcyjnych, wytrzymałości połączeń klejonych oraz trwałości klejonych połączeń zawiasów z elementami drewnianymi.

W rozdziale 2 zamieszczono przegląd literatury, gdzie doktorant charakteryzuje materiały drewnopochodne w postaci płyt oraz opisuje podstawowe metody badań ich właściwości mechanicznych i na tej podstawie przyjmuje procedury badań wytrzymałości na rozciąganie oraz zginanie jako metody oceny cech materiałów badanych w pracy. W rozdziale opisano również informacje nt. klejenia jako techniki łączenia elementów wskazując, że ten sposób łączenia elementów konstrukcyjnych stale się rozwija pod kątem wytrzymałości połączeń i zastosowaniu w odniesieniu do łączenia różnych materiałów. Doktorant dokonał analizy zjawisk zachodzących na granicy materiał-spoivo, warunków przygotowania powierzchni i wykonania spoiny, co zostało określone jako ważny aspekt konieczny do rozważenia w momencie doboru spoiwa (kleju). Następnie przedstawiono wykorzystanie połączeń klejonych w meblarstwie wskazując na stosunkowo niewielką liczbę publikacji w odniesieniu do łączenia zawiasów z płytą czołową mebli. Informacje uzupełniono opisem sposobu kontrolowania jakości połączeń klejonych i charakterystyką podstawowych typów uszkodzeń takiego połączenia oraz procedurą badań właściwości wytrzymałościowych złącza klejonego.

Tematem rozdziału 3 są badania doświadczalne, które ogólnie odnoszą się do oceny wytrzymałości na rozciąganie i zginanie płyty CDF będącej materiałem drewnopochodnym stosowanym później we właściwych badaniach połączenia zawias - płyta czołowa. Na potrzeby badań doktorant opracował próbkę (model) takiego złącza, gdzie zastosowano standardowe zawiasy oraz zmodyfikowano ich mocowanie przystosowując ten sam standardowy typ zawiasu do wykonania badań połączenia klejonego. Przyjęcie takiego rozwiązania powoduje, że doktorant może wykonać bezpośrednio badania

porównawcze typowego i proponowanego w swej pracy, nowego rozwiązania dla połączenia klejonego.

Badania wytrzymałości na rozciąganie wykonano na standardowym stanowisku INSTRON 5966 dla próbek wiosełkowych o długości pomiarowej 80 mm i szerokości 10 mm oraz czterech grubości próbek: 6,4 ; 8,4 ; 10,4 i 12,4 mm przyjmując procedurę normy PN-EN ISO 527-2:2012. Wyniki badań zaprezentowano w postaci wykresów odkształcenie-napężenie oraz tabelarycznie. Wyniki badań poparte dogłębną analizą statystyczną pozwoliły stwierdzić, że dla płyt o grubościach poniżej 12 mm nie wykazano znaczących różnic w własnościach wytrzymałościowych a dla grubości 12,4 mm uzyskano różnice statystycznie istotne. Ostatecznie określono minimalną wartość wytrzymałości na rozciąganie $R_m=27,1$ MPa, minimalny moduł Younga $E=5600$ MPa oraz wydłużenie $A=0,5\%$.

W podobnym zakresie przeprowadzono badania próbek płyty CDF na zginanie, przy czym w tym cyklu badań poza określeniem właściwości wytrzymałościowych w standardowym teście zginania czteropunktowego badania wykonano dla serii próbek z otworami pod montaż zawiasów oraz serii próbek z zamontowanymi zawiasami. Należy zwrócić uwagę, że na potrzebę badań zaprojektowano i zbudowano stanowisko badawcze. Obszerne wyniki badań zostały zaprezentowane w postaci graficznej jak i tabelarycznie z wyznaczeniem niezbędnych parametrów. Analizę oparto na wykonanych obliczeniach statystycznych. Doktorant wykazał, że wprowadzenie otworów osłabia konstrukcję, czego należy się spodziewać, ale montaż w tych otworach zawiasów w sposób istotny zwiększa wytrzymałość konstrukcji w tym miejscu.

Uzupełnieniem informacji podanych przez doktoranta w rozdziale 3 jest charakterystyka stali S355 wraz z jej parametrami wytrzymałościowymi, z której to wykonano pozostałe elementy połączenia klejonego zawiasu i płyty CDF. Parametry te zaczerpnięto z literatury i nie były one przedmiotem badań własnych doktoranta.

Rozdział 4 jest poświęcony badaniom połączeń klejonych. Doktorant opracował procedurę badań uwzględniającą czynniki technologiczne, które podczas wykonywania złącza klejonego zawias – płyta mogą wpływać na wynikową wytrzymałość połączenia. Przedmiotem badań był wpływ grubości płyty, sposobu przygotowania powierzchni łączonych elementów oraz siła docisku łączonych elementów, która wpływa bezpośrednio na grubość warstwy kleju. Doktorant zadbał o stałe warunki testu dla badanych obiektów monitorując między innymi temperaturę i wilgotność w laboratorium oraz jednakowy czas schnięcia kleju. Przygotowanie powierzchni płyty obejmowało szlifowanie papierem ściernym o gradacji P40 i P80 oraz powierzchnię nieszlifowaną. Powierzchnię elementów stalowych oprócz tzw. stanu surowego szlifowano papierem ściernym o gradacji P40 i P80 oraz dodatkowo z dwoma powłokami galwanicznymi: chromowaną i niklowaną. Podczas łączenia elementów zastosowano dwie siły docisku ciężarami o masie 1kg i 2kg. Próbkę wykonano jako dwuzakładkową. Należy wspomnieć, że doktorant wykonał dwa przyrządy gwarantujące powtarzalność operacji klejenia. Doktorant wykonał również pomiary chropowatości powierzchni dla każdego z wariantów jej przygotowania zarówno dla materiału płyty CDF jak i elementów stalowych. Wykonano również pomiar grubości spoiny uzyskując średnie grubości spoiny 0,05mm i 0,03mm dla obciążenia odpowiednio 1kg i 2kg.

Przeprowadzono próbę ścinania połączenia klejonego na wcześniej wspomnianej maszynie wytrzymałościowej INSTRON 5966.

W sumie autor zdefiniował 28 wariantów próbek a w tabelach 4.3 - 4.14 zamieszczono wyniki badań w postaci siły zrywającej F , N dla 84 próbek przy powtórzeniu każdego wariantu dla 3 próbek. W podrozdziale 4.6 doktorant opisał procedurę analizy statystycznej, na podstawie której

klasyfikowano wyniki i oceniano wpływ poszczególnych wariantów technologicznych przygotowania połączenia klejonego na wytrzymałość złącza. Na stronach 77-90 autor dysertacji zamieścił 40 tabel zawierających wyniki testów statystycznych z ich analizą w zakresie prowadzonych badań nośności złącza dla różnych przypadków technologii ich przygotowania. W podrozdziale 4.7 doktorant podsumował wyniki analiz wskazując na przypadki, dla których wyniki różnią się istotnie z punktu widzenia oceny statystycznej, co potwierdza w tych przypadkach wpływ technologii przygotowania złącza na wynikową trwałość połączenia. Finalnie, na podstawie wyników badań, doktorant mógł ocenić wariant połączenia płyty CDF szlifowanej papierem ściernym o gradacji P80 ze stałą z powierzchnią niklowaną i złączem obciążonym masą 2kg podczas klejenia (Tabela 4.5) jako najbardziej wytrzymały. Ten wariant przygotowania złącza jako najlepszy doktorant przyjął do kolejnej fazy badań.

W rozdziale 5 rozprawy opisano i zamieszczono wyniki badań eksploatacyjnych, gdzie symulowano pracę złącza zawias-płyta poprzez cykliczne zamykanie i otwieranie przygotowanych formatek meblowych. Aby porównać trwałość obecnie stosowanych rozwiązań oraz proponowanych i opracowanych przez doktoranta, autor przygotował dwa typy próbek: z wykorzystaniem tradycyjnego połączenia śrubowego i z wykorzystaniem połączeń klejonych. W pracy szczegółowo opisano procedurę przygotowania obiektów do badań dbając o powtarzalność operacji. Przygotowano warianty połączeń płyty drewnopochodnej CDF o grubości 12,4mm z zawiasem przykręcanym oraz dwa warianty płyt o grubości 6,4mm i 12,4mm z zawiasem przyklejanym. Dla każdego z wariantów wykonano trzy obiekty do badań.

Do realizacji badań zaprojektowano i wykonano stanowisko do badania trwałości eksploatacyjnej (podrozdział 5.4). Ten oryginalny projekt został zgłoszony w Urzędzie Patentowym i zarejestrowany jako wynalazek pod nr P.439220. Badania polegały na symulacji operacji otwierania i zamykania drzwiczek z częstotliwością 0,33Hz przyjmując jako kryterium zakończenia próby zniszczenie złącza lub przekroczenie założonej liczby 85 000 cykli pracy, co odpowiada 8-letniej eksploatacji.

Na podstawie wyników badań doktorant stwierdza, że obydwa warianty połączenia, zarówno śrubowe jak i klejone są równie wytrzymałe, a w jednym przypadku uszkodzeniu uległ zawias, nie elementy złącza.

W rozdziale 6 doktorant przedstawił podsumowanie badań, gdzie doktorant wskazał na skuteczność połączenia klejonego dla materiałów o różnych właściwościach (w tym przypadku stal-drewno) przy stosowaniu szlifowania w przygotowaniu powierzchni płyty drewnopochodnej oraz stosowania pokryw galwanicznych elementów zawiasów. Najważniejszy wniosek oparty o przeprowadzone badania eksploatacyjne mówi, że opracowane i przebadane w pracy połączenie klejone zawias – płyta drewnopochodna może z powodzeniem zastąpić tradycyjne rozwiązania. Wnioski ogólne uzupełniono 7 spostrzeżeniami wynikającymi z badań i przeprowadzonych analiz statystycznych.

Na stronach 104-110 zamieszczono spis literatury, a na stronach 111 i 112 znajdują się streszczenia pracy w języku polskim i angielskim.

3. Ocena osiągnięcia

Rozprawa doktorska pt. „Wpływ wybranych parametrów technologicznych na wytrzymałość złącza klejonego stosowanego w połączeniach elementów o różnych właściwościach mechanicznych” opracowana przez mgra inż. Sebastiana Karolewskiego dotyczy oceny możliwości zastosowania technologii klejenia do łączenia elementów konstrukcyjnych w przemyśle meblarskim. Rozwiązanie

problemu pozwala na wykorzystanie materiałów drewnopochodnych uzyskanych w procesie przetwarzania odpadów poprodukcyjnych, które obecnie nie są stosowane ze względu na ograniczenia technologiczne. Rezultaty pracy mają charakter aplikacyjny i niosą potencjalne korzyści w zakresie oszczędności zasobów i rozszerzenia dostępnego asortymentu półfabrykatów do produkcji mebli.

3.1. Ocena ogólnej wiedzy teoretycznej

Doktorant sformułował obszar dysertacji jako zagadnienia technologii łączenia elementów wykonanych z różnych materiałów wskazując na połączenie za pomocą klejenia. Stosownie do postawionego problemu w ramach pracy scharakteryzowano właściwości materiałów drewnopochodnych oraz metali, które to były bazą analizowanych konstrukcji. Informacje uzupełniono informacjami na temat połączeń klejonych. Przedstawiono technologie wykonania połączenia oraz procedury badawcze służące ocenie wytrzymałości konstrukcji. Przygotowanie w tym zakresie doktorant udokumentował listą 95 publikacji. Rozdziały poświęcone badaniom eksperymentalnym wskazują na szeroką wiedzę zarówno co do doboru metod i opracowania procedur badań jak i analizy wyników. Doktorant zamieścił szczegółowe opracowanie statystyczne badań. Zastosowane metody i procedury są poprawne, wnioskowanie wskazuje na pogłębioną wiedzę z zakresu prowadzonych badań. Zaprezentowane w pracy rozwiązania konstrukcyjne zarówno co do przygotowania elementów do badań jak i zaprojektowanie i wykonanie własnych stanowisk badawczych wskazuje na właściwe przygotowanie doktoranta do rozwiązywania zadań konstrukcyjnych.

Stwierdzam, że w odniesieniu do obszaru badań zawartych w pracy doktorant wykazał się wiedzą adekwatną do postawionego celu pracy i w zakresie dyscypliny inżynieria mechaniczna.

3.2. Ocena umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Opiniowana rozprawa zawiera wszystkie istotne elementy charakterystyczne dla pracy naukowej. Doktorant przeprowadził analizę aktualnego stanu wiedzy, lokując problem badawczy w obszarze oceny i doskonalenia rozwiązań technicznych wykorzystywanych w zastosowaniach przemysłowych w meblarstwie. Jako obszar zainteresowania pracy doktorant określił możliwość wykorzystania połączenia klejonego w konstrukcji węzła zawiasów drzwiczek mebli. W sposób klarowny zdefiniował przedmiot własnych badań oraz określił zakres pracy.

Dobór literatury źródłowej jest adekwatny do zidentyfikowanego problemu i świadczy o umiejętności samodzielnej selekcji oraz krytycznej analizy dostępnych opracowań. Literatura została poprawnie i efektywnie wykorzystana w toku prowadzonych rozważań.

Doktorant samodzielnie określił oraz opisał metody badawcze, dokonał identyfikacji kluczowych parametrów niezbędnych do opisu badanych zjawisk, a także prawidłowo dobrał i zastosował odpowiednią aparaturę oraz procedury badawcze. Uzyskane wyniki zostały przedstawione w sposób rzetelny i przejrzysty, a ich analiza – w tym obszerna analiza statystyczna – wskazują na przygotowanie doktoranta do prowadzenia badań.

Wnioski końcowe sformułowane zostały na podstawie przeprowadzonych analiz i są właściwe i kompletne. Autor odnosi się do literatury przedmiotu, co dodatkowo potwierdza jego umiejętność łączenia wyników własnych badań z aktualnym stanem wiedzy.

Na uwagę zasługuje również fakt, że doktorant formułuje własne komentarze, obserwacje i wnioski cząstkowe w toku całego procesu badawczego. Praca została logicznie podzielona na trzy główne obszary badawcze: badanie właściwości materiałów stosowanych w przyjętym rozwiązaniu konstrukcyjnym, analizę wielu wariantów połączenia klejonego oraz badania trwałościowe konstrukcji zawias-płyta drewnopochodna.

Przedstawiona rozprawa w pełni odzwierciedla logiczny tok procesu badawczego i potwierdza bardzo dobre przygotowanie doktoranta do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

3.3. Ocena oryginalności rozwiązania w zakresie praktycznego zastosowania rezultatów dysertacji jako osiągnięcia w pracy

Cel pracy: Opierając się na przeprowadzonym przeglądzie aktualnego stanu wiedzy dotyczącym technologicznych rozwiązań w przemyśle meblarskim w odniesieniu do konstrukcji węzła połączenia zawiasów z płytami drzwi wykonanych z materiałów drewnopochodnych, doktorant jako cel pracy określił zbadanie możliwości zastąpienia złącza śrubowego stosowanego do mocowania zawiasów meblowych złączem klejonym do połączenia materiałów o różnych właściwościach lokując zakres pracy doktorskiej w obszarze doboru technik badawczych i przeprowadzenia badań eksperymentalnych właściwości wytrzymałościowych stali konstrukcyjnej i płyt drewnopochodnych CDF oraz badań eksperymentalnych wytrzymałości połączeń klejonych stal-płyta CDF i badań zmęczeniowych takiego połączenia.

W toku pracy doktorant przedstawił kilka aspektów, które uważam za oryginalne osiągnięcia autora pracy:

- 1) Doktorant podjął się wykonania badań eksperymentalnych trwałościowych na niestandardowym obiekcie. Wymagało to opracowania przez doktoranta procedury badań oraz zaprojektowania próbek do badań. Oprócz tego, ponieważ nie było możliwe zastosowanie do testów standardowych maszyn wytrzymałościowych doktorant zaprojektował i zbudował autorskie stanowisko badawcze oraz przeprowadził na nim unikatowe badania trwałości zmęczeniowej zaproponowanego w pracy rozwiązania połączenia klejonego zawias-płyta CDF wraz z badaniami referencyjnymi typowego połączenia śrubowego wykorzystywanego w tych elementach. Tę aktywność uważam za najważniejsze osiągnięcie autora.
- 2) Drugim osiągnięciem jest uzyskanie rejestracji w Urzędzie Patentowym RP wyżej wspomnianego stanowiska badawczego jako wynalazku (P.439220 „Stanowisko do badania trwałości połączenia zawias-płyta meblowa”).
- 3) Należy również uznać za osiągnięcie szeroki zakres badań eksperymentalnych wykonanych w ramach pracy. Przeprowadzono testy w trzech aspektach: i) ocena właściwości wytrzymałościowych materiałów wykorzystywanych przed doktoranta przy projektowaniu własnej propozycji rozwiązania węzła konstrukcyjnego zawias - płyta meblowa, ii) ocena wytrzymałości połączenia klejonego z uwzględnieniem wpływu na wytrzymałość połączenia szeregu aspektów technologicznych jak rodzaj łączonych materiałów, przygotowanie powierzchni elementów łączonych czy siła docisku połączenia klejonego, iii) badania zmęczeniowe na rzeczywistym obiekcie w celu określenia ostatecznej trwałości przyjętego w pracy rozwiązania konstrukcyjnego.

Wszystkie eksperymenty wykonano dla kilku próbek, następnie przeprowadzono dogłębną analizę statystyczną w celu uchwycenia istotnych statystycznie różnic pozwalających ocenić poszczególne wyniki badań. Jednocześnie zaplanowano procedury badań a w koniecznych przypadkach doktorant opracował uchwyty i szablony gwarantujące powtarzalność procesu przygotowania próbek do eksperymentów.

Przeprowadzenie tak szerokiego zakresu badań pozwoliło uzyskać kompleksowe, unikalne wyniki, które stanowią dużą wartość poznawczą co do oceny analizowanej w pracy techniki łączenia elementów konstrukcyjnych w konkretnym zastosowaniu w przemyśle meblarskim.

4) Kolejne osiągnięcie stanowi uzyskanie celu pracy, gdzie doktorant potwierdza możliwość wykorzystania nowego rodzaju płyt jako trwałego materiału na ścianki meblowe i jego eksploatację z trwałością nie gorszą niż obecnie stosowane rozwiązania.

4. Uwagi szczegółowe i pytania do pracy

Analiza treści rozprawy doktorskiej nasuwa także pewne uwagi odnoszące się do poruszanych zagadnień i w związku z tym pojawiają się pytania i uwagi, czasem o charakterze dyskusyjnym:

1. Jednym z elementów pracy naukowej jest wkład do wiedzy czyli wniesienie nowych elementów do wiedzy w danej dziedzinie, np. poprzez odkrycie nowych faktów, rozwinięcie teorii lub opracowanie nowej metody. W odniesieniu do sformułowanego przez doktoranta celu naukowego pracy jako „zbadanie możliwości zastąpienia złącza śrubowego stosowanego do mocowania zawiasów meblowych złączem klejonym stosowanym do połączenia materiałów o różnych właściwościach wytrzymałościowych...” nie precyzują jasno tego wkładu w stan wiedzy. Czy możliwe jest bardziej precyzyjne wskazanie ewentualnego celu naukowego w zakresie zadań podjętych i zrealizowanych w ramach pracy, np. w odniesieniu do zastosowanych technologii czy technik badawczych?
2. W strukturze pracy podrozdział określający cel i zakres pracy powinien wynikać zasadniczo ze studiów literaturowych i być rezultatem krytycznej analizy materiałów źródłowych. W mojej ocenie rozdział „Cel i zakres pracy” nie powinien znajdować się w części określonej jako „Wprowadzenie”. Tym bardziej, że doktorant jeszcze dwukrotnie odnosi się do problemu na str. 19 akapit u dołu oraz w posumowaniu na str. 22.
3. W pracy dla uzyskanych wyników bada zamieszczono analizę statystyczną zasadniczo w celu weryfikacji rozkładu normalnego (test Shapiro-Wilka) oraz ocenę równości wariancji dla różnych grup (test Lavene'a). Dokładność takich opracowań zależy od liczby prób w grupie wyników. Czy weryfikowano w jakiś sposób poprawność oceny dla zastosowanej liczby 3 prób w grupie w relacji np. do badań wstępnych z większą liczbą próbek?
4. Program badań połączenia klejonego (rozdział 4.1 str. 65, rys.4.2) zawiera wielowariantowe, lub dokładniej, wieloparametrowe typy złączy klejonych, gdzie doktorant bada wpływ rodzaju materiału, grubość płyty, przygotowanie powierzchni poprzez szlifowanie i siłę docisku – w sumie 28 wariantów. Temat pracy jest zdefiniowany wokół połączeń zawias – płyta meblowa, czyli stal-drewno. Jaki jest cel badań połączenia stal-stal (w sumie 10 wariantów), w pracy są podane wyniki, ale nie wskazano odniesienia do nich. Czy nie było by bardziej celowe wprowadzenie do programu badań innego kleju?
5. Badania trwałościowe przeprowadzono na stanowisku wykonanym według autorskiego projektu. W ramach testu przeprowadzono cykliczną próbę otwierania i zamykania drzwiczek, gdzie elementem roboczym były siłowniki pneumatyczne. Rysunki dostępne w pracy nie dają pełnego wyobrażenia o sposobie przyłożenia obciążenia. Na rys. 5.5. płyta jest pod kątem około 45 ° i nie ma kontaktu z siłownikami. Czy siłowniki docelowo są sprzężone z płytą podczas całego ruchu „otwarcie” lub „zamknięcie”? Czy pojawiały się jakieś momenty szarpnięć i uderzeń?

5. Uwagi redakcyjne

Ogólnie rozprawa doktorska jest dobrze opracowana pod względem redakcyjnym, jest staranna i czytelna. Treść rozprawy jest spójna i ułożona logicznie, język pracy właściwy do problematyki pracy. Literatura opisana właściwie i poprawnie wykorzystana w treści pracy. Podział na części i rozdziały nie budzi zastrzeżeń z wyjątkiem sformułowanych wcześniej uwag do rozdziału związanego z celem i zakresem pracy.

Rozprawa zawiera elementy oczekiwane w tego typu opracowaniach naukowych jak przegląd literatury, opis własnych rozwiązań, program badań, opis wykorzystanych materiałów i aparatury badawczej, prezentację i analizę wyników badań. Rysunki i opisy na nich są czytelne, informacje w tabelach proste w interpretacji.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Представленную диссертацию докторскую магистра инженерии Себастьяна Карольевского по теме „Влияние выбранных параметров технологических на прочность соединений клеевого склеиваемого в соединениях элементов с различными свойствами механическими” оцениваю положительно.

Praca ma charakter aplikacyjny w odniesieniu do problemów przemysłowych uwzględniających przy tym aktualne trendy zmierzające do efektywnego wykorzystania odpadów poprodukcyjnych. Zaproponowane rozwiązanie wykorzystujące połączenie klejone zawiasów i płyty meblowej rozszerza możliwości wykorzystania płyt drewnopochodnych CDF jako pełnowartościowego materiału na fronty mebli. W pracy zaprezentowano bardzo dobrze przygotowane badania eksperymentalne oraz rzetelnie je przedstawiono i przeanalizowano. Autor rozprawy rozpoznał i zdefiniował problem badawczy, wykazał się stosowną wiedzą i umiejętnościami planowania badań i przeprowadzenia eksperymentu. Analizę i wnioski przeprowadzono i sformułowano w sposób poprawny, adekwatny do zagadnienia. Jako najważniejsze osiągnięcie należy uznać szeroki zakres przeprowadzonych badań i analiz z wykorzystaniem stanowisk badawczych własnej konstrukcji.

Uważam, że zakres pracy został przez doktoranta wypełniony a wyniki potwierdzają, że zaproponowane przez doktoranta zastąpienie połączenia śrubowego połączeniem klejonym przez co osiągnięto cel pracy.

Mając na uwadze przedstawione w recenzji aspekty stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgra inż. Sebastiana Karolewskiego spełnia wymagania stawiane przez Ustawę „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018r., poz. 1668) i może być podstawą do nadania stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna, dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Jednocześnie wnoszę o podjęcie dalszych działań w postępowaniu o nadanie stopnia doktora nauk technicznych i dopuszczenie recenzowanej rozprawy do publicznej obrony.

Roland Paulinek