

Prof. dr hab. inż. **Janusz Sempruch**

Katedra Mechaniki i Metod Komputerowych

janusz.sempruch@pbs.edu.pl



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
Wydział Inżynierii Mechanicznej

RECENZJA

w przedmiocie spełnienia przez mgra inż. Szymona Derdę, ubiegającego się o nadanie stopnia naukowego doktora, wymogów ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowiło pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny „Inżynieria Mechaniczna” Politechniki Opolskiej z dnia 06.12.2023 r., dotyczące objęcia obowiązków recenzenta przez niżej podpisanego oraz umowa o dzieło nr 2/DN/24 z dnia 12.01.2024 dotycząca dokonania oceny spełnienia przez mgra inż. Szymona Derdę, ubiegającego się o nadanie stopnia naukowego doktora, wymogów ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”

Przy opracowaniu niniejszej Recenzji kierowałem się także zaleceniami zawartymi w opracowaniu „Recenzje w postępowaniach o awans naukowy. Poradnik” przygotowanym przez Radę Doskonałości Naukowej, 2022.

2. Charakterystyka rozprawy przedłożonej w postępowaniu

Opiniowana rozprawa o tytule „*Wpływ strefy spojenia na trwałość zmęczeniową płyt otrzymywanych metodą zgrzewania wybuchowego*” i w niej sprawozdawane osiągnięcie naukowe mgra inż. Szymona Derdy powiązane są merytorycznie z dyscypliną naukową *inżynieria mechaniczna*, lokowaną w dziedzinie nauk *inżynieryjno technicznych*. Przedłożona w postępowaniu rozprawa liczy 111 stron tekstu podstawowego, do którego dołączony jest wykaz 113 pozycji literaturowych z lat 1961 (praca [23] wg wykazu zawartego w opiniowanej pracy) do 2023, przy czym dominujący jest udział prac z lat 2010 – 2023, takich prac w wykazie znajduje się 84. Do pracy dołączono streszczenie polsko- i anglojęzyczne.

Układ pracy jest typowy dla prac o charakterze eksperymentalnym. Praca zawiera genezę tematu, sformułowanie celów, hipotezy badawcze, w końcowym fragmencie wnioski i podsumowanie. Zasadniczą część pracy to krytyczna prezentacja aktualnego stanu wiedzy w zakresie technologii łączenia płyt

zgrzewaniem wybuchowym, badań o charakterze zmęczeniowym prezentowanych w literaturze a dotyczących badań struktur tworzonych z wykorzystaniem tej technologii, metodyki monitorowania pęknięć zmęczeniowych oraz pól odkształceń metodą cyfrowej korelacji obrazu, w końcu wykorzystania idei procesów gaussowskich dla regresji modeli nieliniowych wieloparametrycznych, czyli implementacja algorytmów uczenia maszynowego

W pracy przedstawiono program badawczy, stosowane materiały i ich kombinacje w strukturach wielowarstwowych, dostępne parametry technologii łączenia, stosowane obciążenia, stosowane metodyki badawcze, w końcu uzyskane wyniki i ich bogatą dokumentację. Praca zawiera w rozdziale 8 szeroką analizę uzyskanych rezultatów. Praca zawiera także podsumowanie i wnioski końcowe.

Praca co do poziomu trudności rozwiązywanego problemu oraz jakości, w sensie poznania naukowego, prezentowanego w monografii osiągnięcia spełnia tradycyjnie formułowane oczekiwania adresowane do tego rodzaju prac promocyjnych na poziomie stopnia naukowego doktora.

Ocena dotycząca wypełnienia wymogów ustawowych znajduje się poniżej.

3. Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną mgra inż. Szymona Derdy w dyscyplinie naukowej *inżynieria mechaniczna*?

Ocena w tym kontekście musi nawiązywać do sformułowanego celu naukowego i stosowanych metod badawczych. Na stronie 23 rozprawy wskazano, że celem pracy jest ocena wpływu strefy spojenia płyt wielowarstwowych wytworzonych metodą zgrzewania wybuchowego na trwałość zmęczeniową. W tym kontekście jako główne obszary badawcze wskazano:

- eksperymentalne wyznaczenie trwałości zmęczeniowej próbek pobranych z płyt wielowarstwowych, w zróżnicowanych warunkach obciążeń zmiennych,
- identyfikację miejsc inicjacji pęknięć zmęczeniowych,
- zamiar identyfikacji strefy spojenia poprzez wyznaczenie umocnienia materiału (pomiar rozkładu mikrotwardości) oraz cech geometrycznych powierzchni spojenia,
- ocenę jednorodności pól odkształceń.

Powyższe związane było z koniecznością opracowania programu badań oraz doboru i opanowania szeregu metod badawczych.

Ocena aktualności problemu wskazanego w tytule pracy została podjęta bezpośrednio we *Wprowadzeniu*. Zwrócono uwagę na praktyczne aspekty nowej technologii łączenia poprzez zgrzewanie wybuchowe oraz możliwości wynikające z uwzględnienia zróżnicowanych materiałów konstrukcyjnych, jako warstw tworzonej struktury hybrydowej. Konieczność zastosowania podejścia naukowego do rozwiązania głównych problemów pracy wykazano sprawozdając rezultaty przeprowadzonych studiów literaturowych. Sprawozdanie to przewija się zasadniczo przez pierwsze 46 stron pracy.

Aktualny stan wiedzy dotyczący technologii zgrzewania wybuchowego to rozdział 2 – *Zgrzewanie wybuchowe*. Jedną z cech współczesnego badacza musi być umiejętność selektywnego podejścia do dostępnej literatury i w miejscu tym Doktorant, w moim przekonaniu, wykazał się znakomicie. Obszar wiedzy sprawozdawany w tym rozdziale obejmuje czasookres od roku 1961 (wg wykazu załączonego w monografii) i mógłby kusić różnorodnością rozważanych aspektów. Doktorant ascetycznie sprawozdaje tutaj ustalenia Jego zdaniem najistotniejsze z punktu widzenia meritum pracy.

Podobne podejście prezentuje dokonując krytycznego przeglądu wiedzy dotyczącej badań naukowych związanych z oceną trwałości zmęczeniowej, nawiązujących do oceny cech strefy spojenia. Dokonuje tu podziału cytowanych publikacji wg sposobu obciążenia badanej struktury wielowarstwowej na przypadek obciążeń normalnych, prostopadłych do płaszczyzny spajania, przypadek obciążeń równoległych do płaszczyzny spajania i przypadek obciążeń cyklicznie zmiennym momentem gnącym.

Te dwa obszary studiów literaturowych były podstawą zdefiniowania zakresu badań własnych i sformułowania hipotez badawczych.

Zakres dokonanych studiów literaturowych domykają podrozdział 6.6.1 *Wykorzystanie DIC (Digital Images Correlation) w badaniach zmęczeniowych* oraz podrozdział 6.7 *Proces Gaussowski dla regresji do oceny związku między trwałością zmęczeniową, obciążeniem, wysokością fali powierzchni spojenia*.

Oceniając dalej ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta pragnę wskazać także, iż w trakcie realizacji pracy Doktorant potwierdził fakt opanowania następujących umiejętności:

- a. umiejętność prowadzenia badań zmęczeniowych (badania do zniszczenia zmęczeniowego i badania przerywane) w zakresie zmęczenia wysoko i niskocyklowego, umiejętność modelowania próbek, umiejętność modelowania obciążeń zmęczeniowych,
- b. umiejętność identyfikacji materiału próbek dla nietypowych materiałów konstrukcyjnych, jakimi są hybrydy wielowarstwowe spajane wybuchowo,
- c. umiejętność obserwacji miejsc inicjacji pęknięcia,
- d. umiejętnością identyfikacji stref spajania z wykorzystaniem technik mikroskopowych, jak i pomiaru mikrotwardości analizowanej strefy,
- e. umiejętność implementacji metody cyfrowej korelacji obrazu do analizy pól odkształceń,
- f. umiejętność przetwarzania informacji z wykorzystaniem narzędzi sztucznej inteligencji.

Odpowiadają na pytanie sformułowane w tytule punktu 3 niniejszej recenzji pragnę stwierdzić, że opiniowana praca dokumentuje ogólną wiedzę teoretyczną mgr inż. Szymona Derdy w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna na poziomie w pełni satysfakcjonującym. Posiadane przez Doktoranta umiejętności posługiwania się wskazanymi metodami badawczymi uważam za wyróżniające.

4. Czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez mgra inż. Szymona Derdy?

Praca zawiera wszystkie elementy właściwe dla kwalifikowania jej jako pracy o charakterze naukowym. Znajdujemy tu analizę aktualnego stanu wiedzy w podejmowanej problematyce zakończoną sformułowanie wskazań dla pracy własnej. Określenie przedmiotu własnych dociekań naukowych powiązane ze sformułowaniem hipotez naukowych o satysfakcjonującym poziomie nowości naukowej. Przedstawienie, w koniecznym zakresie, wykorzystywanych metod badawczych. Identyfikację materiału (połączeń zgrzewanych wybuchowo) i prezentację proponowanych próbek.

Najbardziej wartościowym fragmentem pracy jest prezentacja wyników uzyskanych przez Doktoranta w zakresie:

- trwałości zmęczeniowej, badania obejmowały 100 próbek ujętych w szereg grup uporządkowanych w zależności od stosowanych obciążeń (z wartością średnią cyklu zmęczeniowego i bez wartości średniej), liczby warstw występujących w połączeniu, w zależności od materiałów występujących w poszczególnych warstwach,
- cech strukturalnych strefy spojenia reprezentowane przez pomiar długości i wysokości fali, wyrażone poprzez wartości średnie tych wielkości i zakres ich zmienności na poszczególnych próbkach (nie podano w pracy czy dotyczyło to wszystkich próbek, czy części spośród nich),
- mikrotwardości (ich rozkłady) pomierzone w przekroju poprzecznym próbek (každorazowo kilkanaście lub więcej pomiarów dla każdej warstwy połączenia zgrzewanego wybuchowo); zamieszczone w pracy wykresy dotyczą pojedynczych próbek, bez podania numeru próbki,
- obserwacji miejsc inicjacji pęknięć zmęczeniowych, dokumentowane znaczną ilością dobrej jakości zdjęć pęknięć, propagacji pęknięć, w końcu zdjęć przełomów zmęczeniowych,
- monitorowania za pomocą cyfrowej korelacji obrazu pęknięć zmęczeniowych oraz towarzyszącym im pól odkształceń,
- wykorzystania narzędzi z obszaru sztucznej inteligencji do przetworzenia wyników własnych; wykorzystano proces gaussowski dla regresji do oceny związków między uzyskiwaną trwałością zmęczeniową a stosowanym obciążeniem zmęczeniowym i wybraną wielkością charakteryzującą falę powierzchni spojenia - wiązał się z tym wybór (str. 44 pracy) predyktorów oraz wybór (str. 44 - 45) odpowiedniej funkcji kowariancji.

Prezentację wyników własnych badań i obserwacji zakończono obszerną analizą (strony 79 – 108), dalej podsumowaniem i sformułowaniem najważniejszych wniosków. Szereg spostrzeżeń i wniosków szczegółowych rozszaniach jest po całości opracowania.

Rozstrzygając o umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez mgra inż. Szymona Derdę uwzględniłem kolejno

wymienione argumenty. Zaliczam do nich umiejętność formułowania celu badań, hipotez badawczych, zakresu badań oraz programu badań. Potwierdzoną umiejętność posługiwania się dostępnym aparatem badawczym celem realizacji założonego programu. Zakres i jakość prezentowanych zestawień wyników, w tym fotografii miejsc inicjacji pęknięć i pól odkształceń. Łącznie uważam, iż opiniowana rozprawa doktorska potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez mgra inż. Szymona Derdę.

5. Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego będące osiągnięciem mgra inż. Szymona Derdy?

Nauka o zmęczeniu materiałów i elementów konstrukcyjnych, także struktur, jest nauką w znacznej części empiryczną, czyli nauką odwołującą się do metod takich jak obserwacja, eksperyment i pomiar. W tych naukach proponowane modele i teorie wynikają a posteriori z obserwacji jakiegoś fragmentu otaczającej nas rzeczywistości. W przypadku opiniowanej monografii ten fragment otaczającej nas rzeczywistości to wielowarstwowe połączenie zgrzewane realizowane w technologii zgrzewania wybuchowego poddane działaniu obciążeń zmiennych w czasie, tzw. zmęczeniowych. Doktorant przyjął, że płaszczyzną działania tych obciążeń jest płaszczyzna zgodna co do kierunku z płaszczyzną spojenia. Obiektem obserwacji są próbki nienormatywne, co do geometrii zróżnicowane w zależności od liczby warstw występujących w połączeniu. Co do geometrii próbki zdefiniowano w opiniowanej pracy, pomijając aspekt technologii wytworzenia próbek (poza technologią zgrzewania, np. czy było prostowanie?, jaki jest zakres obróbki skrawaniem i jakiej obróbki – na stronie 26 mowa jest o frezowaniu próbek po grubości, czyli zmiana warstwy powierzchniowej?). W pracy skatalogowano wielkości materiałowe poszczególnych warstw, częściowo wyznaczone w badaniach własnych, częściowo zaczerpnięte z literatury.

Nauka o zmęczeniu jest także nauką fenomenologiczną. Znany filozof Kant, definiuje fenomen (od którego nauki te biorą swoją nazwę) jako „wrażenia zmysłowe pochodzące od niedostępnego poznaniu rzeczy samych w sobie”. Tym obiektem obserwacji niedostępnym poznaniu samym w sobie jest w tym przypadku proces zmęczenia, opierający się od dziesięcioleci opisowi z punktu widzenia nauk dedukcyjnych. Jedynie nam dostępne podejście fenomenologiczne opiera się na poszukiwaniu i identyfikacji tych zjawisk, które są dla badacza uchwytnie i które uznaje On jako istotne z punktu widzenia badanego procesu. Mówiąc o istocie osiągnięcia Doktoranta wskazać należy na autorski dobór cech obserwowanych w zaprojektowanym eksperymencie. Są to:

- ukształtowanie i wielkości opisujące to ukształtowanie, odnosząc to określenie do zafalowania powierzchni zgrzania (interfejsu),
- rozkład wartości mikrotwardości mierzonej w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni zgrzewania dla każdej z warstw połączenia,

- monitorowanie in situ miejsc inicjacji pęknięcia zmęczeniowego oraz rozkładu pól odkształceń (cyfrowa korelacja obrazu),
- trwałość zmęczeniowa do zniszczenia,

Bazując na analizie aktualnego stanu wiedzy oraz możliwościach poznawczych udostępnianych przez wyżej wskazane fenomeny Doktorant sformułował następujące hipotezy badawcze:

- a. defekty w postaci lokalnych przetopień z mikropęknięciami mogą być inicjatorami pęknięć zmęczeniowych w płytach wielowarstwowych,
- b. wysokość fali powierzchni spojenia może być efektywną miarą oceny wpływu niejednorodności złącza na trwałość zmęczeniową płyt wielowarstwowych.

Hipotezy te, w mojej ocenie, posiadają właściwy dla prac doktorskich poziom nowości naukowej formułowanego w nich przypuszczenia.

Uwzględnienie tylu wielkości zależnych i pewnej liczby wielkości niezależnych wymagało opracowania programu badań. Elementem istotnie ograniczającym swobodę budowania programu badawczego była dostępność materiału badawczego. Program badań jest w mojej ocenie rozsądnym kompromisem, pozwalającym na przeprowadzenie badań właściwych dla dowodu (weryfikacji) sformułowanych hipotez badawczych. Zabrakło tu moim zdaniem pełnego spojrzenia na obiekt badań ze względu na grupę wielkości wejściowych, stałych, zakłócających i wielkości wyjściowych. Efektem tego jest niedookreślony status niektórych czynników. Przykładem może tu być częstotliwość. Wg przykładowo Tabeli 7.2, str. 55, zmienna w zakresie od 2 do 15 Hz dla poszczególnych próbek. Podobnie postrzegam kwestię geometrii próbek (w pracy wykorzystywano próbki o zróżnicowanym kształcie i różnym położeniu płaszczyzny spojenia względem powierzchni bocznej próbki). Jawne przypisanie statusu wszystkich zmiennych występujących w badaniach nie zostawiałoby czytającego, jak i samego Autora w sferze domysłu co do ewentualnych luk proponowanego programu badań. Nie mniej jednak zbudowanie poznawczo ciekawego programu badań, pomimo sformułowanej powyżej uwagi, przy istniejącej ograniczonej ilości materiału badawczego zaliczam do osiągnięć Doktoranta.

Krytycznie odnoszę się do sposobu przedstawienia w pracy próbek do badań. Podobnie jak diskutowane powyżej podejście Doktoranta do programu badań, uwarunkowane dostępnością materiału badawczego, zapewne i kwestia geometrii nienormatywnych próbek, silnie zróżnicowanych względem siebie, była tą dostępnością warunkowana. Nie uzasadnia to jednak do końca obligatoryjnej formy ich przedstawienia w pracy, bez podjęcia próby uzasadnienia czy też dyskusji istotnych cech próbek.

Dokonaniem a zarazem osiągnięciem Doktoranta jest realizacja obszernych badań (ilościowo charakteryzuję je w punkcie 4 niniejszej recenzji), należy dodać dobrze udokumentowanych w obszarze wyników realizacji programu badawczego. Na wyróżnienie zasługuje dokumentacja fotograficzna interfejsu połączenia zgrzewanego, pęknięć, struktur czy w końcu pól odkształceń. Wyniki

to bardzo obszerny rozdział 7 pracy – wyniki przedstawiono na stronach 47 do 78. Strony 79 do 108 przeznaczono na analizę uzyskanych wyników badań, rozdział trudny do lektury ze względu na dużą ilość informacji tam zawartej. W rozdziale tym znajdujemy zestawienie obrazujące procentowy udział pęknięć powstających w złączu, zmęczeniowe charakterystyki w ujęciu naprężeniowym dla złączy dwuwarstwowych i trójwarstwowych, charakterystykę odkształceniową materiałów zgrzewanych wybuchowo oraz rozbudowany fragment analizy (około 20 stron) poświęcony odkształceniom.

Umiejętność formułowania wniosków i podsumowań Doktorant zaprezentował w rozdziale 9. Znajdujemy tu odniesienie się Doktoranta do sformułowanych w pracy hipotez:

- do hipotezy a (*defekty w postaci lokalnych przetopień z mikropęknięciami mogą być inicjatorami pęknięć zmęczeniowych w płytach wielowarstwowych*) Doktorant odnosi się we wniosku nr 6, wskazując że defekty w postaci lokalnych przetopień z mikropęknięciami mogą być inicjatorami pęknięć zmęczeniowych w płytach wielowarstwowych; wskazuje jednak, że propagacja tych pęknięć nierzadko ulega zatrzymaniu, nie prowadzą one do uszkodzenia finalnego a ich zaistnienie nie przekłada się jednoznacznie na obniżenie trwałości zmęczeniowej połączenia zgrzewanego wybuchowo,
- do hipotezy b (*wysokość fali powierzchni spojenia może być efektywną miarą oceny wpływu niejednorodności złącza na trwałość zmęczeniową płyt wielowarstwowych*) odnosi się jednoznacznie we wniosku oznaczonym nr 1, podając jednocześnie konkretne dane liczbowe dotyczące zaobserwowanego wpływu.

Obszerny fragment podsumowania (wniosek 2) poświęcił pozytywnemu wpływowi warstwy tantalu jako warstwy reaktywnej, wskazując jednocześnie ten obszar jako przewidziany do badań dalszych.

Jako poznawczo istotny wniosek wskazać należy wniosek 3 dotyczący obecności więcej niż jednego połączenia w objętości złącza. Wskazano tu, że istotność interfejsu zależy od różnicy własności mechanicznych pomiędzy sąsiadującymi warstwami, występującymi przetopieniami i geometrią złącza. Doktorant stwierdza, że w żadnym przypadku nie wystąpiło pęknięcie pomiędzy międzywarstwą a warstwą nakładaną.

W dalszych wnioskach pozytywnie odnosi się do zebranych doświadczeń związanych z implementacją algorytmów sztucznej inteligencji. We wniosku 6 znajdujemy stwierdzenie, iż dokonana analiza z wykorzystaniem procesu gaussowskiego doprowadziła do ustalenia liniowej zależności wysokości fali spojenia i trwałości zmęczeniowej. Równie pozytywnie odnosi się do zebranych doświadczeń dotyczących wizyjnych systemów bezdotykowego pomiaru odkształceń.

Na tle wysokiej oceny całości pracy pewien niedosyt budzi brak odniesienia się Autora do narzędzi informatycznych wykorzystywanych przy implementacji

sztucznej inteligencji. Przynajmniej dwukrotnie chwalony przeze mnie ascetyzm Autora przy dokonywaniu wyboru treści, tutaj znajduję jako wadę opracowania. Wskazany na stronie 44 wybór predyktorów modelu statystycznego, ograniczony został do dwóch wielkości. Zastanawia brak uwzględnienia jakiejkolwiek cechy materiałowej, np. nawiązującej do plastyczności wybranego materiału.

Konkludując zapisy punktu 5 niniejszej recenzji uważam, że opiniowana rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, będące osiągnięciem mgra inż. Szymona Derdy Biorąc pod uwagę przedmiot badań (czyli fragment rzeczywistości brany w badaniach pod uwagę), взгляд badawczy (a więc punkt widzenia z którego rozpatruje się badany wycinek rzeczywistości), stosowane metody badawcze, jak i formę wypowiedzianych hipotez, sposób przeprowadzenia ich dowodu, mogę stwierdzić że prezentowane osiągnięcie naukowe lokuje się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

6. Ważniejsze uwagi dotyczące strony edytorskiej opiniowanej monografii

Praca jest opracowana bardzo starannie. Drobne błędy edycyjne, które w tak obszernym i ścisłym merytorycznie opracowaniu się naturalnie pojawiły, nie podważają ogólnego wrażenia dbałości i staranności przygotowania tekstu. Uwagi dotyczące tego typu usterek zostały przeze mnie wynotowane i mogą być udostępnione Autorowi. Jako nie rzutujące na moją ocenę pracy, w tym miejscu zostały pominięte.

Jako istotne uważam wrażenie i do niego nawiązującą uwagę związaną z brakiem ostatecznego uporządkowania nazewnictwa dotyczącego połączeń zgrzewanych wybuchowo. W pracy pojawia się w tym kontekście pewna różnorodność określeń i dowolność ich stosowania. Nie zaburza to czytelności pracy, ale na tle innych obszarów wiedzy tu prezentowanej wypada mało profesjonalnie. Posłużę się tu jedynie przykładami a w żadnym przypadku nie było moim celem tworzenie tu kompletnego katalogu wskazywanej różnorodności. Samo połączenie nazywane bywa: kompozytem (str 110 w 7 d) platerem, bimetałem, hybrydą, ...

Zwrócę także uwagę Autora na, moim zdaniem, brak zgodności Rysunku 7.4 z opisem tego rysunku.

7. Podsumowanie i konkluzja

Punkty 3, 4 i 5 niniejszej recenzji zawierają moje pozytywne odniesienie się do kwestii spełnienia wymagań formułowanych w Ustawie, tzn.

- a. rozprawa doktorska mgra inż. Szymona Derdy prezentuje dobry poziom ogólnej wiedzy teoretycznej Kandydata w podejmowanej problematyce rozprawy, w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*,
- b. recenzowana rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez mgra inż. Szymona Derdę,

c. zostało w niej przedstawione oryginalne i wartościowe rozwiązanie aktualnego problemu naukowego.

Uważam, że spełnione zostały przez mgra inż. Szymona Derdę, ubiegającego się o nadanie stopnia naukowego doktora, wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym nauce”. Zaprezentowane w rozprawie osiągnięcie naukowe, biorąc pod uwagę wykorzystywane metody badawcze i formułowane hipotezy badawcze, lokują osiągnięcie naukowe w dyscyplinie naukowej *inżynieria mechaniczna*, dziedzinie nauk *inżynieryjno-technicznych*. **Wnoszę zatem o podjęcie dalszych działań zmierzających do nadania mgr. inż. Szymonowi Derdzie stopnia naukowego doktora w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*.**

Biorąc pod uwagę wysoki poziom spełnienia wymogów ustawowych oraz wartość poznawczą wyników i analiz przedstawionych w pracy, wnioskuję o rozważenie wyróżnienia pracy.

Bydgoszcz, 10.03.2024 r.


Prof. dr hab. inż. Janusz Sempruch