

WPŁYNEŁO

dnia 04.10.2021
PK/LB/P/1510/7/803/2021

dr hab. inż. Mariusz Deja, profesor uczelni

Politechnika Gdańska
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa
Instytut Technologii Maszyn i Materiałów
Zakład Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji

ul. G. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk
mariusz.deja@pg.edu.pl
tel.: 608-281-567

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Marty Kordowskiej

Promotor: prof. dr hab. inż. Jarosław Plichta

Promotor pomocniczy: dr inż. Wojciech Musiał

Tytuł recenzowanej rozprawy doktorskiej:

Analiza przemieszczenia materiału w strefie mikro-
i nanoskrawania diamentowym ziarnem ściernym

Gdańsk, wrzesień 2021



1. Uwagi wstępne

Podstawę opracowania recenzji stanowi pismo Jej Magnificencji Rektora Politechniki Koszalińskiej, dr hab. Danuty Zawadzkiej, profesora Politechniki Koszalińskiej, z dnia 7 lipca 2021 r., wynikające z uchwały Senatu Politechniki Koszalińskiej podjętej w dniu 30 czerwca 2021 r. oraz dołączony wydruk i wersja cyfrowa rozprawy doktorskiej.

Tytuł rozprawy doktorskiej: Analiza przemieszczenia materiału w strefie mikro- i nanoskrawania diamentowym ziarnem ściernym.

Autor rozprawy doktorskiej: mgr inż. Marta Kordowska.

Promotor: prof. dr hab. inż. Jarosław Plichta.

Promotor pomocniczy: dr inż. Wojciech Musiał.

2. Tematyka rozprawy

Podjęta tematyka rozprawy doktorskiej jest ważna w aspekcie naukowym oraz przemysłowym. Obróbka materiałów twardych i kruchych takich jak szkło, ceramika i węglik spiekane wymaga precyzyjnego doboru parametrów technologicznych oraz narzędzi dla uzyskania założonych wymagań konstrukcyjnych, bez wad w warstwie wierzchniej przedmiotu obrabianego (WW PO). Można to osiągnąć jeżeli obróbka przeprowadzana jest w warunkach plastycznego płynięcia materiału obrabianego lub przy dominacji odkształceń plastycznych w strefie obróbki nad usuwaniem materiału w wyniku mechanizmu kruchego pęknięcia, zachodzącego na skutek oddziaływań cieplno-mechanicznych obciążeń w strefie obróbki. Odkształcenia plastyczne występują tylko do pewnej głębokości zagłębienia wierzchołka ziaren ściernych, poniżej ściśle określonej wartości krytycznej. Badania przemieszczania materiału w strefie mikro- i nanoskrawania diamentowym ziarnem ściernym umożliwiają określenie takiej głębokości zagłębienia ziarna ściernego w materiał obrabiany poniżej której możliwe jest przeprowadzenie obróbki w korzystnych dla struktury geometrycznej powierzchni (SGP) oraz stanu WW PO warunkach plastycznego płynięcia materiału obrabianego.

Badania podstawowe obejmujące mikro- i nanoskrawanie pojedynczymi ziarnami ściernymi, zwłaszcza z materiałów, z których wykonywane są narzędzia ściernie stosowane w praktyce przemysłowej, wydają się być niezbędne do prawidłowego zrozumienia procesów fizycznych zachodzących w strefie kontaktu narzędzie-przedmiot obrabiany. Przeprowadzone przez Doktorantkę badania ukierunkowane zostały na tego typu analizy, co pozwoliło na wyznaczenie głębokości granicznych plastycznego i quasi-plastycznego płynięcia oraz głębokości granicznej przy której zachodzi mechanizm kruchego pęknięcia dla określonych warunków obróbki. Mechanizmy odkształceń zidentyfikowane w procesie skrawania pojedynczym ziarnem diamentowym zostały potwierdzone w trakcie realizacji, stosowanego często w praktyce przemysłowej, czołowego szlifowania materiału szklanego ściernicami z ziarnami diamentowymi D54 i D107.

Doktorantka uwzględniła w swojej pracy doświadczenia innych badaczy z obszaru obróbki bardzo dokładnej materiałów twardych i kruchych. Dokładny przegląd literatury pozwolił na wyznaczenie kierunków badań poznawczych i aplikacyjnych w zakresie precyzyjnej obróbki ścierniej materiałów szklanych.

Opracowana przez Doktorantkę metodyka badawczo-pomiarowa oraz uzyskane wyniki eksperymentalne i przeprowadzone analizy pozwoliły na wyznaczenie modelu rysy tworzonej podczas mikroskrawania pojedynczym ziarnem materiału szklanego. Przedstawiona metodyka może być wykorzystana do badania szlifowania innych gatunków szkła i materiałów twardych podatnych na propagację pęknięć.



3. Charakterystyka rozprawy

W wersji drukowanej praca liczy 234 strony i składa się z wykazu ważniejszych oznaczeń i 10-ciu rozdziałów głównych oraz czterech rozdziałów pomocniczych (spis rysunków i tabel, streszczenia w j. polskim i angielskim). Wersja elektroniczna zawiera dodatkowo cztery załączniki z licznymi wynikami badań.

Po syntetycznym wprowadzeniu to tematyki pracy, Autorka przedstawiła w drugim rozdziale analizę stanu zagadnienia wyznaczonego tematem pracy na podstawie przeglądu literatury (40 stron). W rozdziale trzecim Doktorantka przedstawiła cel pracy, problem badawczy oraz hipotezę i zakres pracy. W rozdziale czwartym przeanalizowała na podstawie literatury, odkształcenia i przemieszczenia materiałów szklanych w strefie mikro- i nanoskrawania. Rozdział piąty opisuje metodykę badań eksperymentalnych wraz z analizą wyników uzyskanych po skrawaniu pojedynczym ziarnem, ściernicami diamentowymi i po polerowaniu cieczą magneto-reologiczną. W rozdziale szóstym Autorka przedstawiła projekt koncepcyjny sekwencyjnego procesu technologicznego do ultra precyzyjnego wykończenia powierzchni. Kolejne rozdziały przedstawiają wnioski końcowe i potwierdzenie hipotezy. Kierunki dalszych badań zawiera rozdział dziewiąty. Wykaz literatury (rozdział dziesiąty) liczy 125 pozycji. Liczne wyniki badań zawarte zostały w czterech załącznikach w wersji elektronicznej.

Istotne informacje w aspekcie realizowanego tematu zawarte zostały szczegółowo w następujących rozdziałach:

1. **Wstęp** - z prawidłowym przedstawieniem problematyki i zasadności tematu.
2. **Analiza literatury** – przedstawiona w odniesieniu do najważniejszych zagadnień i problemów dotyczących tematyki pracy w aspekcie: charakterystyki materiałów szklanych oraz związanych z nimi procesami, metodami i systemami obróbkowymi mikro- i nanoskrawania wraz z analizą odkształceń i zjawisk występujących w strefie obróbki. Przegląd literatury pozwolił na wyciągnięcie właściwych wniosków będących podstawą do zaplanowania badań.
3. **Cele, problem badawczy, hipoteza i zakres pracy** - prawidłowo sformułowane i wynikające bezpośrednio z dogłębnego przeglądu literatury.
4. **Analiza odkształceń i przemieszczeń materiałów szklanych w strefie mikro- i nanoskrawania** – pozwoliła na wyznaczenie przybliżonego przedziału teoretycznej krytycznej wartości głębokości wnikania ziaren ściernych w materiał szklany, dla której następuje zmiana mechanizmu odkształceń materiału w strefie obróbki z plastycznego na kruchy.
5. **Badania eksperymentalne procesów obróbki materiałów szklanych** - przedstawione ze szczegółowym opisem warunków i zakresu realizowanych badań w procesach mikro- i nanoskrawania pojedynczym ziarnem ściernym, ściernicą diamentową oraz polerowania cieczą magneto-reologiczną. W rozdziale tym zaprezentowano szczegółowo stanowiska badawcze oraz systemy pomiarowe właściwie dobrane do ilościowej i jakościowej analizy badanych obiektów w układzie trójwymiarowym z pomiarem wybranych parametrów struktury geometrycznej powierzchni (SGP). Dodatkowe wykorzystanie mikroskopii skaningowej pozwoliło na wieloaspektową ocenę przebiegu skrawania w aspekcie przemieszczania materiału w strefie obróbki i analizy stanu powierzchni obrabianej. Po realizacji każdego procesu przedstawione zostały szczegółowe wnioski poznawcze.
6. **Projekt koncepcyjny sekwencyjnego procesu technologicznego do ultra precyzyjnej obróbki powierzchniowej materiałów szklanych** – umożliwiający kompleksową obróbkę powierzchni PO z materiałów twardych i kruchych.
7. **Wnioski końcowe** – z syntetycznym podsumowaniem zrealizowanych prac oraz przedstawieniem szczegółowych wniosków dotyczących przemieszczania materiału w obszarze skrawania pojedynczym

ziarnem ściernym, z dokładną analizą stref związanych z różnymi mechanizmami odkształceń materiału.

8. **Potwierdzenie hipotezy** – z merytorycznym uzasadnieniem opartym na zrealizowanych badaniach i przeprowadzonych analizach.

9. **Kierunki dalszych badań** – prawidłowo sformułowane wraz z propozycją badań szlifowania szkła z ultra precyzyjnym dosuwem.

10. **Literatura** – 125 pozycji literaturowych związanych z realizowanym tematem.

Cztery rozdziały pomocnicze zawierają **spis rysunków i tabel, streszczenia w j. polskim i w j. angielskim.**

Załącznik 1, Załącznik 2, Załącznik 3, Załącznik 4 (w wersji elektronicznej) – z wynikami z badań wstępnych i zasadniczych, będącymi cennymi informacjami uzupełniającymi.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Doktorantka postawiła na podstawie analizy literatury **hipotezę pracy związaną z możliwością ukształtowania ciągłego śladu obróbkowego o zmiennej głębokości dzięki realizacji procesu mikro- i nanoskrawania pojedynczym diamentowym ziarnem ściernym szkła sodowego w kinematyce czołowego skrawania z określonym kątem pochylenia powierzchni obrabianej.** Założyła, że **pozwoili to na identyfikację i analizę mechanizmów odkształceń i przemieszczeń materiału w strefie obróbki oraz określenie krytycznej głębokości wnikania ziaren ściernych, zapewniającej przebieg obróbki w warunkach plastycznych odkształceń materiału szklanego, przy ograniczonym rozprzestrzenianiu się pęknięć środkowych i rozległych defektów promieniowych w jego strukturze powierzchniowej.**

Uzyskane wyniki badań potwierdziły, że taka identyfikacja i analiza mechanizmów odkształceń i przemieszczeń materiału są możliwe. Autorka rozprawy odwzorowała modelową rysę w kinematyce szlifowania czołowego zawierającą fazy plastyczne, przejściowe, kruche pęknięcia i degradację materiału, w zależności od głębokości zagłębienia ostrza w materiał. Przedstawiła szczegółowo 15 etapów związanych z przemieszczaniem materiału kruche w strefie kontaktu z diamentowym ziarnem ściernym. Wyznaczyła graniczne głębokości zagłębienia ziarna w materiał kruchy dla fazy plastycznej, quasi-plastycznej i quasi-kruchej oraz kruche pęknięcia. Było to możliwe dzięki zastosowaniu odpowiedniego warsztatu badawczego oraz pomiarowego, pozwalającego na złożoną ocenę przebiegu skrawania w aspekcie przemieszczania materiału w strefie obróbki i analizy stanu powierzchni obrabianej.

Doktorantka przyjęła odpowiednią metodykę badań z właściwym doбором aparatury pomiarowej wykorzystanej w badaniach eksperymentalnych. Porównanie wyników eksperymentalnych z modelem krytycznej głębokości wnikania ziarna ściernego w materiał obrabiany w procesie mikroszlifowania [120, 121] pozwoliło na prawidłowe wysunięcie wniosków poznawczych i użytkowych. Wyznaczony eksperymentalnie przedział wartości krytycznej głębokości wnikania ziarna ściernego zawierał w sobie wartość teoretyczną wyznaczoną z równania modelowego. Warto podkreślić prawidłowe wysuwanie wniosków po każdym etapie pracy, będących podstawą do realizacji kolejnych etapów badań.

Obróbka ściernicami z ziarnami diamentu syntetycznego, możliwa do realizacji w warunkach przemysłowych, potwierdziła różne mechanizmy usuwania materiału zidentyfikowane dzięki mikroskopii skaningowej i profilometrii. Uzyskano plastyczne odkształcenie materiału szklanego w strefie obróbki przy zastosowaniu minimalnego dosuwu. Płytki szklane z rysami o wyraźnej deformacji powstałej w wyniku kruche pęknięcia zostały poddane dalszej obróbce poprzez mikroszlifowanie cieczą magneto-reologiczną, co pozwoliło na zmniejszenie chropowatości powierzchni. Te aplikacyjne walory pracy dodatkowo podnoszą jej wartość merytoryczną, a wyznaczone kierunki dalszych badań pozwolą na szersze zgłębianie zagadnienia szlifowania materiałów twardych i kruchych, w celu

uzyskania założonych wymagań konstrukcyjnych, bez wad w warstwie wierzchniej przedmiotu obrabianego (WW PO) i z wymaganymi parametrami SGP.

Autorka rozprawy przeprowadziła wnikliwą analizę literatury kierunkowej świadczącą o szerokiej orientacji Doktorantki w przedmiocie badań.

5. Uwagi do pracy

- 5.1. Doktorantka dobrała następujące parametry obróbkowe w badaniach przemieszczania materiału szklanego w strefie mikro- i nanoskrawania: prędkość obrotowa $n = 70$ obr/min i prędkość posuwu $v_f = 160$ mm/min. W pracy mylnie zostały przyjęte nazwy obu parametrów, tj., jako prędkość skrawania v_s i posuw f . Stosowanie prędkości skrawania i posuwu, nie prędkości obrotowej i prędkości posuwu, umożliwiła przeprowadzenie szybkiej i bezpośredniej analizy porównawczej z innymi badaniami. Wyliczona prędkość skrawania z danych przedstawionych w pracy wynosi $v_s = 5,28$ m/min, czyli $\sim 0,09$ m/s. Co warunkowało przyjęcie takich wartości?
- 5.2. Parametry w szlifowaniu ściernicami wynosily: prędkość obrotowa $n = 1800$ obr/min, prędkość posuwu $v_f = 100$ mm/min, osiowa głębokość szlifowania $a_p = 0,05$ mm i $a_p = 0,15$ mm. Wyliczona prędkość skrawania z danych przedstawionych w pracy wynosi $v_s = 199$ m/min, czyli $\sim 3,3$ m/s. Analogicznie jak w pytaniu poprzednim: Co warunkowało przyjęcie takich wartości? Dlaczego nie zdecydowano się na takie same parametry dla skrawania pojedynczym ziarnem i ściernicą?
- 5.3. Zgodnie z [12, 46], na przebieg procesu szlifowania w trybie odkształceń plastycznych lub kruchych wpływa, poza krytyczną głębokością dosuwu, prędkość posuwu lub stosunek prędkości posuwu do głębokości skrawania. W pracy przyjęto jedną wartość prędkości posuwu. Jaki byłby wpływ zwiększenia lub zmniejszenia jej wartości na uzyskane wyniki?
- 5.4. Wykonanie narzędzi prototypowych zawsze wiąże się z problemem uzyskania powtarzalnej charakterystyki materiałowo-wytrzymałościowej. Jaki był powód stosowania ściernic prototypowych wykonywanych na zamówienie, a nie katalogowych? Czym charakterystycznym wyróżniały się od ściernic ogólnodostępnych w sprzedaży i dlaczego na takie nie zdecydowano się w badaniach? Wyniki na rys. 5.100, 5.102, 5.107 i 5.110 charakteryzują się znacznym rozstępem. Czym on mógł być spowodowany?
- 5.5. W badaniach skrawania pojedynczym ziarnem ściernym wykorzystano ziarna regularnego azotku boru, diamentu naturalnego i diamentu syntetycznego. W pracy brakuje podania istotnych różnic pomiędzy skrawaniem różnymi ziarnami w pierwszym etapie badań. Czy były one zauważalne, a jeżeli tak to na czym polegały? Dlaczego w etapie 2. badano tylko diament syntetyczny?
- 5.6. Rysunek 5.46 przedstawia schematycznie oznaczone liniami pionowymi trzy strefy rys, które poddane zostały dalszym analizom. Precyzyjniejsze byłoby oznaczenie stref za pomocą linii pochylonych, ponieważ strefy wejścia i wyjścia są krótsze dla kolejnych rys. Dlaczego analizowano tylko trzy pierwsze rysy, a nie wszystkie (rys. 5.43)?
- 5.7. Doktorantka stwierdza na str. 155, że „dla największej wartości dosuwu, pomimo dominującego mechanizmu kruchego pęknięcia, nadal można zidentyfikować obszary odkształceń plastycznych”. Dlaczego tak jest?
- 5.8. We wniosku nr 3 z realizacji procesu mikro- i nanoskrawania Doktorantka stwierdziła, że zastosowanie sygnału EA w obszarze roboczym umożliwiło weryfikację stabilności przebiegu procesu. Jak ta weryfikacja przebiegała? W pracy przedstawiony jest tylko jeden rysunek 5.31 b z zarejestrowanym sygnałem EA.
- 5.9. Rysunek 5.76 przedstawia przecinające się rysy. Jak one powstały, skoro kolejne rysy na próbkach szklanych powstają w pewnej odległości od siebie?
- 5.10. W wykazie literatury brakuje wymienienia ważnej pozycji [126], przywoływanej na rys. 2.6, 2.7, 2.8 i w tekście.

- 5.11. Dlaczego szlifowanie na szkle interferencyjnym nie zostało wyróżnione jako kolejny etap nr 3? Z czego wynikała różnica w zamocowaniu kątowym w porównaniu do etapu 1. i 2.?
- 5.12. Dlaczego w Tablicach 5.8 i 5.9 nie podano danych po 2 godzinach obróbki?
- 5.13. Zmniejszenie chropowatości uzyskano po długotrwałej obróbce magneto-ściernej, charakteryzującej się stosunkowo małą efektywnością. Jak można by zwiększyć jej efektywność? Czy jest to konkurencyjna metoda w stosunku do wygładzania taśmami ściernymi lub docierania i polerowania z zastosowaniem luźnego ziarna czy też pasty ścierniej?
- 5.14. Wnioski nr 11 i 12 z Wniosków Końcowych, powinny być przeniesione do Kierunków dalszych badań.
- 5.15. Trzy ostatnie akapity z rozdziału nr 8 są powtórzeniem z poprzedniej strony.

6. Uwagi edytorskie

Praca napisana została poprawnie pod kątem edytorskim i językowym. Większość rysunków i wykresów jest czytelna, a niektóre mogły zostać uzupełnione o informacje dostępne w tekście. Zauważone błędy edytorskie, opisowe i stylistyczne:

1. Brak spacji pomiędzy wartościami liczbowymi, a jednostkami;
2. Niejednorodny styl w opisie literatury: całe imiona lub tylko inicjały przed nazwiskiem lub tylko inicjały po nazwisku;
3. Strona 5: oznaczenie d: jest „głębokością” powinno być „głębokość”;
4. Strona 21, 6. wiersz od góry 21⁶ : jest „charakteryzuje się” powinno być „charakteryzują się”;
5. 21₁₀ : jest „głównie” powinno być „głównie”;
6. 24₁₁ : jest „zastosowaniu” powinno być „zastosowanie”;
7. 25₁₀ : jest „mikroskrawania” powinno być „mikroskrawanie”;
8. 27₁₄ : jest „materiału” powinno być „materiał”;
9. 73₄ : jest „po szlifowanych” powinno być „szlifowanych”;
10. Rys. 5.11, 5.12, 5.87, : na widoku z góry powinno być ΔY zamiast ΔZ ;
11. 83^{15, 16} : „Wejście ziarna ściernego w materiał obrabiany” – urwane zdanie, brak orzeczenia.
12. 88₃ : jest „aby zapewniający” powinno być „aby zapewnić” lub „zapewniający”;
13. 93₆ : jest „analizy ślady powierzchni poszczególnych rys” – styl, „śladów powierzchniowych”?
14. 96: Rys. 5.31: oznaczenia a) i b) pozostały na stronie 95;
15. 97: Rys. 5.33: mało czytelne opisy z pomiarów, rysunki powinny być większe;
16. 97₂ : jest „maszynie numerycznej” powinno być „obrabiarkę sterowaną numerycznie”;
17. 98² : jest „mocowanie” powinno być „mocowano”;
18. Tablica 5.3, 5.4, 5.5 – bardzo mała czcionka, w tytule tabeli można było podać numer rysy, a nie „dla wybranych rys”;
19. 99: oznaczanie przedziałów, prawidłowo powinno być oznaczone z użyciem symbolu $g_r \in [a, b]$ lub $\dots \leq g_r \leq \dots$. Dotyczy również przedziałów stosowanych dalej;
20. Rys. 5.44 i kolejne: w podpisach warto było podać rodzaj ziarna i szkła. Pomimo, że te dane można znaleźć w tekście, to rysunki byłyby bardziej informacyjne;
21. Rys. 5.78, 5.79: brak informacji o warunkach obróbki;
22. 149⁴ : jest „szklane płytki” powinno być „szklanych płytek”;
23. Rys. 5.90: podanie szczegółów mocowania byłoby bardzo interesujące dla czytelnika;
24. Rys. 5.100, 5.102, 5.107 i 5.110: opis osi pionowej „Wartości topografii powierzchni”. Powinno być np. „Wartości parametrów powierzchniowych SGP”.
25. 163¹ : jest „przyprawione” powinno być „przeprowadzone”;
26. Rys. 5.122 i 5.123: takie same podpisy pod rysunkami, brakuje informacji o czasie obróbki;
27. 192_{9, 10} : styl - słowo „realizacja” występuje trzykrotnie;
28. 204₁₁ : jest „precyzyjna” powinno być „precyzyjny”.

7. Uwagi końcowe

Pomimo wymienionych uwag, praca napisana została w sposób zrozumiały z uwypukleniem istotnych treści. Podane uwagi mają charakter dyskusyjny i powinny być inspiracją dla Doktoranta do dalszych badań eksperymentalnych i analiz teoretycznych. Mam nadzieję, że będą pomocne przy przygotowywaniu artykułów do renomowanych czasopism naukowych. Uwagi te nie pomniejszają wysokiej wartości merytorycznej opiniowanej pracy.

8. Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest wartościową pracą naukową. Doktorantka wykazała się umiejętnością formułowania problemów badawczych i rozwiązywania ich przy użyciu właściwych metod naukowych. Umiejętnie wykorzystwała również stan istniejącej wiedzy z zakresu procesów szlifowania materiałów twardych i kruchych. Praca stanowi oryginalny wkład do badań odkształceń i przemieszczeń materiałów szklanych w strefie mikro- i nanoskrawania. Autorka rozprawy odwzorowała modelową ryse w kinematyce szlifowania czołowego zawierającą fazy plastyczne, przejściowe, kruchego pęknięcia i degradację materiału, w zależności od głębokości zagłębienia ostrza w materiał. Przedstawiła szczegółowo 15 etapów związanych z przemieszczaniem materiału kruchego w strefie kontaktu z diamentowym ziarnem ściernym. Wyzaczyła graniczne głębokości zagłębienia ziarna w materiał kruchy dla fazy plastycznej, quasi-plastycznej i quasi-kruchej oraz kruchego pęknięcia. Przeprowadzone badania pozwalają na opracowanie wytycznych technologicznych dla prawidłowej realizacji procesów obróbki ścierniej materiałów szklanych.

W ogólnej ocenie stwierdzam, że Pani mgr inż. Marta Kordowska w pełni zrealizowała zadanie badawcze będące przedmiotem rozprawy, której tematyka jest zbieżna z badaniami prowadzonymi na świecie oraz z aktualnymi wymaganiami i oczekiwaniami wielu gałęzi przemysłu maszynowego.

Doktorantka klarownie sformułowała problemy i hipotezę badawczą oraz osiągnęła jej cele na drodze prawidłowo zaplanowanych i przeprowadzonych badań eksperymentalnych i modelowych. **Tematyka pracy mieści się w obszarze dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna.**

Pozytywnie oceniam przedstawioną rozprawę doktorską i wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Marty Kordowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Na podstawie przedstawionej opinii i w świetle dostępnej i znanej mi literatury naukowej stwierdzam, że praca spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim, przewidziane przez obowiązujące w tym względzie aktualne przepisy (Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki - Dz. U. z 2017 r. poz. 1789; rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora - Dz. U. z 2018 r. poz. 261; ustawa z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - Dz. U. z 2018 r. poz. 1669 ze zm.) i **może stanowić podstawę do nadania jej Autorce stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.**

Gdańsk, dnia 27.09.2021 r.


/Mariusz Deja/