

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Sławomira Wosia  
nt. *Wpływ teksturowania metodą obróbki strumieniowo-ściernej  
na właściwości tribologiczne par trących*

Promotor: prof. dr hab. inż. Paweł Pawlus

Promotor pomocniczy: dr hab. Waldemar Koszela

Recenzja została opracowana na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej, dr hab. inż. Aleksandra Mazurkowa nr RM-530-05-01/2020, z dnia 14.05.2020r.

### OMÓWIENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ (TEMATYKA, UKŁAD I TREŚĆ) ZE WSKAZANIEM UWAG MERYTORYCZNYCH, REDAKCYJNYCH I EDYTORSKICH

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska pt. *Wpływ teksturowania metodą obróbki strumieniowo-ściernej na właściwości tribologiczne par trących* podejmuje ważne zagadnienia z obszaru *inżynierii mechanicznej* w zakresie inżynierii powierzchni oraz badań systemów tribologicznych.

Tytuł rozprawy doktorskiej w jednoznaczny sposób określa jej tematykę, która jest aktualna, a materiał w niej przedstawiony stanowi wartościowy i oryginalny wkład do dyscypliny *inżynieria mechaniczna (budowa i eksploatacja maszyn)*, obejmujący prace badawcze w zakresie teksturowania powierzchni oraz wpływu teksturowania na właściwości tribologiczne par trących.

Praca liczy łącznie 175 stron tekstu i obejmuje: stronę tytułową (1 strona), spis treści (3 strony), wprowadzenie (1 strona), dziesięć głównych rozdziałów podzielonych na podrozdziały (158 stron), wnioski końcowe (2 strony), literaturę (9 stron – 115 pozycji) oraz streszczenie w języku polskim i angielskim (1 strona).

Układ, treść i zakres recenzowanej rozprawy doktorskiej uważam w większości za prawidłowy. Pozytywnie oceniam zastosowane przez Doktoranta podsumowania do rozdziałów, w których przedstawiono wyniki badań wraz z ich analizą.

Po syntetycznym scharakteryzowaniu poszczególnych rozdziałów, przedstawiam uwagi krytyczne oraz pytania, które nasunęły się podczas lektury rozprawy doktorskiej, oraz które Doktorant powinien uwzględnić w przyszłych opracowaniach w zakresie prowadzonej działalności naukowo-badawczej. Wybrane z nich (zaznaczone pogrubioną czcionką) Doktorant będzie miał okazję również wyjaśnić podczas publicznej obrony.

Opracowanie redakcyjne i edytorskie rozprawy doktorskiej oceniam pozytywnie. Jednak zobowiązana jestem do wskazania pewnych uwag krytycznych w zakresie terminologii, oznaczeń, rysunków, kolejności zapisów, stylistyki, interpunkcji, itp. na które Doktorant powinien zwrócić większą uwagę w przyszłych opracowaniach. Szczegółowy wykaz uwag został przekazany bezpośrednio Doktorantowi, natomiast w treści recenzji przedstawiam wybrane przykłady.

Rozdział pierwszy **Wprowadzenie** zawiera syntetyczne omówienie problematyki podejmowanych prac nad dostosowaniem powierzchni elementów pary trącej do wymagań konstrukcyjnych oraz eksploatacyjnych. W ostatnim zdaniu stwierdzono, że „Rozwój teksturowania powierzchni ślizgowych pozwala na wiele możliwości rozwoju, których celem jest zarówno zwiększenie sprawności powstałych mechanizmów jak i redukcja kosztów związanych z ich wytwarzaniem i eksploatacją”, co m.in. postanowiono przeanalizować, realizując podjęty temat rozprawy doktorskiej.

#### UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

- W rozdziale zabrakło ogólnego aczkolwiek szerokiego scharakteryzowania problematyki podjętego tematu rozprawy doktorskiej.
- Brakuje również wyjaśnienia pojęć związanych z tematem rozprawy doktorskiej, które stanowiłyby element wprowadzenia do przedstawianych w treści rozprawy doktorskiej zagadnień.
- Występują błędy interpunkcyjne i zbyt długie zdania, które zatracają sens, np. „Najkorzystniejsze warunki dla mechanizmów, które powinny pracować z jak największą sprawnością uzyskano, gdy smarowana powierzchnia była wykonywana w co najmniej dwóch procesach, których celem było uzyskanie gładkich powierzchni oraz wgłębień”.

Rozdział drugi **Analiza literatury** został podzielony na trzy podrozdziały, w których opisano kolejno: metody teksturowania powierzchni (gładzenie, obróbka laserowa, obróbka strumieniowo-ścierna, nagniatanie, trawienie, inne), zagadnienia wpływu kieszeni smarowych na zjawisko tarcia (tarcie płynne – elastohydrodynamiczne, tarcie płynne – hydrodynamiczne, tarcie graniczne, tarcie mieszane) oraz wnioski z analizy literatury.

#### UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

- W rozdziale brakuje wstępu, który wskazywałby na jakie zagadnienia zwraca uwagę Doktorant w swojej rozprawie doktorskiej, oraz które będą stanowiły podstawę do określenia celu, hipotezy i zakresu rozprawy doktorskiej. Do tego wstępu można byłoby się odnieść w rozdziale *Wnioski z analizy literatury* oraz w rozdziale trzecim *Cele, hipoteza i zakres pracy*.
- W rozdziale 2.2. omawiane są wyniki badań w styku rozłożonym i skoncentrowanym, ale pojęcia styku rozłożonego i skoncentrowanego wyjaśniane zostają dopiero w części badawczej rozprawy doktorskiej.
- Brak rysunków ilustrujących opisywane w treści metody/techniki teksturowania, w tym zdjęć powierzchni obrabianej.
- Błędna numeracja podrozdziałów: strona 15 – powinno być 2.1.4, a nie 2.2.4, strona 17 – powinno być 2.1.5, a nie 2.2.5, strona 19 – powinno być 2.1.6, a nie 2.2.6, strona 27 – powinno być 2.2.4, a nie 2.2.3
- Rysunek 2.1 na stronie 6. Zdjęcie jest niewyraźne i nie uwidacznia w pełni tego, o czym świadczy tytuł rysunku.
- Rysunek 2.5 na stronie 10 oraz rysunek 2.7 na stronie 11. Na zdjęciach brakuje skali, ew. informacji o zastosowanym powiększeniu.
- Doktorant powinien zdecydować się na zastosowanie jednego sposobu przytaczania/cytowania prac – albo podanie nazwisk autorów i opis prac, albo przytoczenie pozycji ze spisu literatury. Mieszana forma utrudnia czytanie tekstu.
- Występują błędy interpunkcyjne, stylistyczne oraz tzw. literówki, których konsekwencją jest niezrozumiała treść, np. „Ze względu na dużą dostępność można w procesie gładzenia otworów zastosować również szczotki w procesie gładzenia otworów, w których elementy obróbcze są zamocowane elastycznie oraz na stałe spojenie z narzędziem” (strona 7) czy „Podczas badań nad mikroobróbką, i mikrokrążeniem szkła...” (strona 14).
- Rozdział 2.1.6 na stronach 19-20. Brak ilustracji do opisów zawartych w treści tego rozdziału.
- Czy rysunki w rozdziale drugim – rys.2.1., rys.2.2, rys.2.8, rys.2.9, rys.2.11, rys.2.13 – zostały opracowane samodzielnie przez Doktoranta czy mają swoje źródło i autora?
- Brakuje usystematyzowania nomenklatury – obróbka wykańczająca czy wykończeniowa, mikroobróbka czy mikro obróbka, obróbka strumieniowo-ścierna czy obróbka strumieniowo ścierna, itp.
- Rozdział 2.3 pt. *Wnioski z analizy literatury*, punkty 3, 6 i 7. Doktorant powinien wskazać konkretne przykłady odniesień/źródeł literaturowych.

- Doktorant w treści pracy podaje rozwinięcie różnych skrótów czy oznaczeń. Należy to usystematyzować i podać kompletną informację, np. zestawiając wszystkie skróty i oznaczenia w wykazie na początku lub na końcu rozprawy doktorskiej. Uwaga dotyczy tego i pozostałych rozdziałów rozprawy doktorskiej.

Rozdział trzeci **Cele, hipoteza i zakres pracy** zgodnie z tytułem prezentuje trzy cele (1. zastosowanie obróbki strumieniowo-ściernej do teksturowania powierzchni elementów współpracujących, 2. możliwości zastosowania obróbki strumieniowo-ściernej, 3. modyfikację powierzchni obrobionej pod względem minimalizacji współczynnika tarcia) oraz sformułowaną (prawdopodobnie na podstawie przeglądu literatury) hipotezę, w której założono, że istnieje możliwość redukcji siły tarcia w smarowanych węzłach tarcia w warunkach uboższego smarowania przy modyfikacji szyku, kształtu oraz stopnia pokrycia kieszeni smarowych, wykonanych obróbką strumieniowo-ścierną na jednej lub obydwu powierzchniach elementów współpracujących.

Cele i hipoteza rozprawy doktorskiej stanowiły podstawę określenia zakresu prac badawczych, obejmujących w dalszej części rozprawy doktorskiej tematykę rozdziałów od piątego do jedenastego.

#### UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

- Mankamentem tego rozdziału rozprawy doktorskiej jest brak schematu planu badań i analiz. Schemat porządkowałby część badawczą rozprawy doktorskiej i uatrakcyjnił jej stronę redakcyjną.
- Cele pracy powinny być wymienione w punktach, by były bardziej czytelne.
- Drugi akapit zaczynający się od słów „Ze względu na ...” jest niezrozumiały. Poza tym dla zdania „Dlatego starano się wyznaczyć możliwy zakres stosowania obróbki strumieniowo-ściernej, w którym z powodzeniem byłaby zamiennikiem dla bardziej kosztownych metod” nie znaleziono w treści rozprawy doktorskiej uzasadnienia (analizy czy publikacji) nt. kosztochłonności zastosowanej metody obróbki oraz innych metod, dla których obróbka strumieniowo-ścierna stanowi zdaniem Doktoranta tańszy zamiennik.

Rozdział czwarty **Charakterystyka aparatury badawczej i metod pomiaru** przedstawia opis stanowisk obróbkowych, stanowisk badawczych oraz urządzeń pomiarowych. Przedstawiono w nim również charakterystykę elementów składowych badanych systemów tribologicznych (próbki, przeciwpróbki, środka smarowego), pod względem cech materiałowych, cech geometrycznych oraz zastosowania.

#### UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

- Tytuł tego rozdziału powinien brzmieć *Przedmiot i metodyka badań*, gdyż przedstawiona treść wskazuje na coś więcej niż sam tytuł.
- Treść rozdziału powinna zawierać wprowadzenie, w którym wymienia się to, co zostanie opisane kolejno – materiał (charakterystyka), technologia obróbki i teksturowanie (stanowiska obróbkowe), metody i techniki pomiaru, stanowisko do badań węzłów tarcia, rodzaje badanych węzłów tarcia (styk skoncentrowany i styk rozłożony).
- Doktorant na stronie 32 napisał „W badaniach wstępnych ...”, ale nie określił w jakikolwiek sposób podziału badań na wstępne i zasadnicze. Poza tym często używane jest słowo „wstępne” nie określając jakie będą kolejne badania (np. we wprowadzeniu do danego rozdziału), będące konsekwencją badań wstępnych – przykłady: „wstępne pomiary” na stronie 33 („właściwe pomiary” na stronie 34), wstępna obróbka na stronie 34. Raz jeszcze na podkreślenie zasługuje fakt braku schematu – planu badań (uwaga do rozdziału trzeciego), który w mojej opinii wyeliminowałby tego typu błędy. Podobne zapisy zdarzają się również w kolejnych rozdziałach rozprawy doktorskiej.
- Czy wszystkie rysunki zamieszczone w rozdziale piątym są autorskim pomysłem Doktoranta?
- Strona 36, ostatni akapit, ostatni wiersz. Brakuje jednostki przy podanych wymiarach tarczy.
- Strona 37, ostatni akapit „Próbki (tarcze) oraz przeciwpróbki ...” zapis tego akapitu nie ma sensu, a przez to jest niezrozumiała treść. Poza tym podano, że próbką jest tarcza, ale nie określono, co stanowi przeciwpróbkę.
- Wielkości fizyczne – oznaczenia *Re*, *Rm* itp. powinny być pisane kursywą.

- Strona 39, przedostatni akapit: „Rozwiązanie to zostało opracowane na podstawie naturalnego rozmieszczania części roślin w przyrodzie (przykładem może być tu ułożenie ziaren słonecznika na okrągłej powierzchni kwiatu)”. Co oznacza określenie „naturalnego rozmieszczania części roślin”? Poza tym jeśli przedstawiany jest opis i podawany przykład, to dobrze byłoby to zobrazować rysunkiem/zdjęciem.
- Strona 39, ostatni akapit. Doktorant przedstawia szyk kieszeni smarowych, podając odniesienia tylko do schematów rozmieszczenia kieszeni smarowych w szyku kwadratowym i koncentrycznym.

W kolejnych rozdziałach rozprawy doktorskiej, **od piątego do jedenastego**, przedstawiono opisy zrealizowanych badań wraz z dyskusją otrzymanych wyników. Większość z tych siedmiu rozdziałów rozpoczyna krótki wstęp, a kończy podsumowanie. Doktorant przeprowadził obszerny zakres badań, dzięki którym uzyskał wyniki pozwalające wyciągnąć konstruktywne wnioski, stanowiące tym samym uzupełnienie braków w literaturze przedmiotu.

Uwagi do rozdziałów poświęconych przedstawieniu wyników badań zebrano syntetycznie, jako uwagi krytyczne i pytania do pracy własnej Doktoranta.

#### UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

Podstawowa uwaga to brak zebrania wszystkich wyników badań w jeden rozdział z podrozdziałami (odniesiony do brakującego w rozprawie doktorskiej schematu planu badań), z których każdy podrozdział dotyczyłby innego zakresu prac. Byłoby to bardziej czytelne.

**Skąd wynikają przyjęte wartości parametru  $Ra$  dla badanych powierzchni elementów pary trącej? W różnych rozdziałach rozprawy doktorskiej są różne wartości bez podania uzasadnienia z czego to wynika (norma, badania własne, wytyczne konstrukcyjne).** Podobnie jest z innymi parametrami charakteryzującymi badane węzły tarcia – przyjęte wartości bez podania uzasadnienia dlaczego właśnie takie.

- Rysunek 5.1 na stronie 43. Jako pierwsze powinno być zdjęcie powierzchni tarczy nieteksturowanej, będącej powierzchnią odniesienia dla pozostałych powierzchni teksturowanych.
- Tabela 5.1 na stronie 44. Brakuje metody (sposobu) pomiaru odległości między kieszeniami smarowymi, których wartości w tabeli zostały podane do trzeciego/czwartego miejsca po przecinku.
- **W rozdziale piątym na stronach 46 i 47 przedstawiono wykresy „... wartości średnie dla ostatnich 10 s każdego z przedziałów”. Z czego to wynika?** Jak wyglądał całościowo przebieg, skoro wg danych na stronie 45 wynika, że „... całkowity czas próby wynosił 600 s”? Wyniki badań dla całkowitego czasu powinny zostać zaprezentowane jako załącznik do rozprawy doktorskiej. Poza tym, **czy wniosek wyciągnięty z badań w styku skoncentrowanym (rozdział 5.2.2) i rozłożonym (rozdział 5.2.3) odnosi się do całkowitego czasu przebiegu czy jedynie do przedstawionego na wykresach 10 s?**
- Doktorant podkreśla, że w badaniach wstępnych zużycie podczas badań w styku skoncentrowanym było „niemierzalne” (strona 46), a w styku rozłożonym „również pomijalnie małe” (strona 48). W związku z tym nasuwa się pytanie czy zużycie było mierzone czy nie?
- Dlaczego w badaniach zasadniczych średnią wartość współczynnika tarcia wyznaczono na podstawie ostatnich 2000 obrotów z 10000 obrotów zrealizowanych? Czy to wynika z analizy literatury, wcześniejszych badań Doktoranta, itp.?
- W rozdziale na rysunkach/wykresach stosowane są oznaczenia, które nie zostały wyjaśnione w tekście – np. rysunki 5.7-5.9.
- Strona 52, pierwszy akapit „... Zmieniano jedynie promień tarcia, który wynosił 5, 6, 8, 9 mm ..”. W tabeli 5.1. na stronie 44 podano zakres od 5 do 10 mm. Z czego wynika wybór właśnie tych promieni tarcia – analiza literatury czy wyniki wcześniejszych badań Doktoranta?
- Strona 57, akapit pod rysunkiem 5.18 „... im więcej kieszeni smarowych, tym bardziej zintensyfikowane było zużycie”. Brakuje odniesienia do konkretnych wyników i danych liczbowych.
- Rysunek 5.20 na stronie 58. Na zdjęciach brakuje skali, a poza tym również informacji z jakiego urządzenia zostały otrzymane obrazy.
- Strony 58-59, ostatni akapit rozdziału 5.3 „... średnica wytartego obszaru na powierzchni kuli wynosiła 0,25 mm,..., 0,55 mm..., 0,45 mm...”. W jaki sposób zostały wykonane te pomiary? Brakuje wyników - zdjęć śladów wytarcia z ich wymiarowaniem?
- W przyszłych pracach Doktorant powinien zwracać większą uwagę na przedstawianie wykresów w bardziej czytelny sposób (rysunki 6.9-6.14 oraz inne podobne w kolejnych rozdziałach rozprawy doktorskiej) – m.in. stosując rozszerzoną skalę jeśli kolejne przebiegi nakładają się na siebie, choć nie pokrywają się 1:1.

- Tytuł rozdziału siódmego został niepoprawnie sformułowany. Z treści tego rozdziału wynika, że badano wpływ sposobu obróbki a nie stricte chropowatości powierzchni bazowej. Potwierdzeniem tego jest m.in. konkludujący badania rysunek 7.9, na którym uwzględniono typ operacji obróbkowej, a nie chropowatość powierzchni.
- Rysunek 7.1 na stronie 83. Z profilu pierwotnego na wykresie (f) wynika, że o ile średnica jest zgodna z założeniami, to głębokość kieszeni smarowej jest większa niż to założono.
- Czy wartość parametru *Ra* wyznaczano dla pojedynczego profilu (wykonano pojedynczy pomiar)? Podawane wartości w wielu miejscach rozprawy doktorskiej wskazują jakby wykonane zostały pojedyncze pomiary.
- **Czy analizowano kierunkowość struktury geometrycznej powierzchni elementów pary trącej i jej wpływ na wyniki badań?**
- Rozdział 7.4, strona 93. W ostatnim zdaniu podsumowania napisano, że „...możliwe byłoby znalezienie optymalnej chropowatości powierzchni do wykonywania teksturowania ...”. Co dla Doktoranta znaczy „optymalna chropowatość”?
- Rysunki 8.2-8.3 na stronie 95. Profile przechodzące przez kieszenie smarowe zostały pokazane w inny sposób jak to miało miejsce w wcześniejszych rozdziałach (brak wypośrodkowania skali).
- Brakuje opisu oznaczeń, które zastosowano na wykresach – rysunki 8.4-8.7 oraz rysunki 8.9-8.12; brakuje rysunku 8.8. Poza tym brakuje odniesień w tekście do części rysunków.
- **Rysunki 8.13- 8.15. Czy na podstawie tych wykresów można określić (poprzez odczytanie) jak zachowują się węzły tarcia w innych ilościach środka smarnego niż badania przeprowadzono?** Pytanie to odnosi się do wszystkich tego typu wykresów przedstawionych w kolejnych rozdziałach rozprawy doktorskiej.
- Rozdział 9.3, strona 108, pierwszy akapit „... próbki i przeciwpróbki wykonane w ten sam sposób jak podano w poprzednich rozdziałach”. Po takim zdaniu wprowadzającym niepotrzebnie raz jeszcze podano opis wykonania próbek i przeciwpróbek. Takie opisy podaje się raz w rozdziale poświęconym przedmiotowi i metodyce badań.
- Niejednokrotne używanie (nie tylko w tym rozdziale, ale w całym opracowaniu) określeń „możemy”, „widzimy”, „tracimy”, „mamy”, itp. zamiast formy bezosobowej.
- W rozdziale dziesiątym Doktorant odnosi się do stwierdzenia, że „Modyfikowanie powierzchni... jest obecnie jednym z celów badań związanych z przemysłem maszynowym”, ale nie podaje czyj to jest cel?
- **Czy temperatura otoczenia, w której przeprowadzano badania była stała czy zmieniała się w określonym zakresie? Poza tym nasuwa się kolejne pytanie czy wszystkie badania były prowadzone w tej samej temperaturze otoczenia czy była ona zmieniana? Inaczej – czy pomieszczenie, w którym realizowano badania jest klimatyzowane i temperatura otoczenia jest kontrolowana?** Z zapisów w treści rozprawy doktorskiej podawane są różne wartości temperatury, choć nie była ona zmienną w badaniach (poza zakresem badań w rozdziale dziewiątym).
- Rysunek 10.3 na stronie 119. Co oznaczają określenia *para cierna 1*, *para cierna 2*, *para cierna 3*? O jaki typ pary ciernej chodzi? Co oznaczają numery? Uzasadniona staje się uwaga dotycząca konieczności wprowadzenia do pracy spisu skrótów i oznaczeń oraz wyjaśnienia w treści, poprzedzającej dany wykres.
- Na stronie 120 odniesiono się do rysunku 5.1, pisząc „Spostrzeżenie to oparto na podstawie wyników badań przeprowadzonych dla próbek (tarcz) nieteksturowanych współpracujących z przeciwpróbkami, które również nie były teksturowane. Wyniki te przedstawiono na rysunku 5.1. Widzimy tam przebiegi...”, a tymczasem rysunek 5.1 na stronie 43 przedstawia przykłady próbek (tarcz).
- Rysunek 10.7 na stronie 123 (i inne podobne w tym rozdziale). Co oznaczają oznaczenia, w tym cyfry 1-10, litery i kolory?
- Czy obustronne teksturowanie, czyli teksturowanie zarówno powierzchni próbki jak i przeciwpróbki, zwiększa koszt wytworzenia elementów pary trącej? Jeśli tak, to jaki jest sens obustronnego teksturowania, skoro lepsze wyniki można otrzymać dla jednokrotnego teksturowania?
- Na stronie 138 w rozdziale 10.4.1 opisano przedmiot i parametry badań, podając m.in. głębokości kieszeni smarowych. Z profili nierówności przecinających kieszenie smarowe przedstawionych na rysunkach 10.28 i 10.29 wynika, że głębokość tych kieszeni była różna niż założona. Dlaczego?
- Rysunek 11.3c na stronie 154 przedstawia kieszenie smarowe o kształcie szewronu. Biorąc pod uwagę założenie w zdaniu na stronie 152 „Na podstawie tych powierzchni i objętości kieszeni okrągłych zostały dobrane wymiary pozostałych kształtów kieszeni smarowych, tak aby ich pole powierzchni odpowiadało kieszeniom okrągłym (rys.11.1)” czy Doktorant ma pewność, że pole kieszeni w kształcie szewronu jest takie jak pole kieszeni w kształcie chociażby trójkąta na rysunku 11.3d?
- Rysunek 11.4 na stronie 155 i rysunek 10.7 na stronie 123. Parametry badań w obydwu przypadkach są takie same, a jednak wyniki w postaci przebiegu współczynników tarcia różne. Z czego to wynika?

*Wnioski końcowe* to rozdział konkludujący rozprawę doktorską. Na samym początku stwierdzono pozytywne zweryfikowanie postawionej w rozdziale trzecim hipotezy pracy. Podkreślono również, że ze względu na złożoność zjawisk towarzyszących procesowi tarcia, istnieje możliwość zaadoptowania otrzymanych wyników badań w praktyce (ale tylko tam, gdzie warunki pracy odpowiadają warunkom badań). Poza tym sformułowano dziewięć wniosków podsumowujących dla określonych warunków pracy systemu tribologicznego.

#### UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

- W tym rozdziale brakuje wniosków odnoszących się do wszystkich przeprowadzonych badań z podziałem na wnioski poznawcze i utylitarne.
- **Pisząc o możliwości praktycznego wykorzystania wyników, nie podano konkretnych przykładów. Proszę uzupełnić zapis.**
- Wniosek nr5. Pierwsze zdanie zostało źle sformułowane, przez co jest niezrozumiałe.
- Wniosek nr7. „... tego samego pola powierzchni kieszeni oraz głębokości ...”. Czy pole powierzchni kieszeni było rzeczywiście takie samo we wszystkich przypadkach? Czy głębokość kieszeni była taka sama?
- Wniosek nr8. „... głębokości kieszeni smarowych 7-12  $\mu\text{m}$ , ...”. Wniosek nr7 oraz opisy w rozdziałach 5-11 wskazują, że głębokość kieszeni była jednakowa, więc skąd ten zakres wynika?
- Wniosek nr9, to raczej wniosek podsumowujący (nie wynika z założeń poprzedzających listę wniosków na stronie 164) z określeniem kierunków dalszych prac.

**Literatura** obejmuje zestawienie łącznie 115 pozycji, zarówno książek i artykułów naukowych, patenty (2 pozycje) i wzór użytkowy (1 pozycja) oraz inne źródła (5 pozycji). Wśród pozycji książkowych i artykułów naukowych znajduje się 6 pozycji w języku polskim, 101 pozycji w języku angielskim, z tego 40 pozycji zostało opublikowanych w ciągu ostatnich 5 lat. **Dobór literatury uważam za poprawny i aktualny. Na uwagę zasługują powołanie się Doktoranta na opublikowane prace współautorskie o zasięgu krajowym (1 pozycja) oraz międzynarodowym (6 pozycji).**

#### GLÓWNE MANKAMETY ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Treść rozprawy doktorskiej została przygotowana w standardowym dla prac kwalifikowanych układzie, obejmującym zwykle przegląd literatury w zakresie podjętej tematyki, cel, hipotezę, zakres i plan badań, metodykę badań, wyniki badań wraz z dyskusją oraz podsumowanie i wnioski.

W recenzowanej rozprawie doktorskiej brakuje jednak uporządkowania treści, zwłaszcza w zakresie realizowanych badań. W rozdziale trzecim opisano wprawdzie cele, hipotezę i zakres badań, ale nie przedstawiono schematu – planu badań. Układ rozdziałów poświęconych opisowi badań i dyskusji wyników jest chaotyczny (brakuje ujednoczonej struktury tych rozdziałów), co uważam za podstawowy mankament recenzowanego opracowania.

Poza tym, jeśli planowane jest i w konsekwencji realizowane prowadzenie analiz różnych czynników mających potencjalny wpływ na przebieg i wyniki badań tribologicznych, to właściwym byłoby zastosowanie tych samych parametrów (materiał próbki i przeciwpróbki, środek smarowy i jego ilość, prędkość, droga – liczba cykli, itp.). W rozdziałach rozprawy doktorskiej poświęconych badaniom różnych czynników brakuje uzasadnienia doboru parametrów badań.

Również odczuwalne są zarówno brak usystematyzowania nomenklatury, słownictwa, skrótów i oznaczeń, jak również stylistyka (niezrozumiałe zdania) i brak interpunkcji.

## PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Recenzowana **rozprawa doktorska pt. *Wpływ teksturowania metodą obróbki strumieniowo-ściernej na właściwości tribologiczne par trących*** jest aktualnym i interesującym opracowaniem Doktoranta, dotyczącym badań wpływu teksturowania metoda obróbki strumieniowo-ściernej powierzchni składowych pary trącej węzła tarcia na właściwości tribologiczne w określonych warunkach, tj. jednokierunkowy poślizg, styk rozłożony i smarowany. **Przedstawiony materiał badawczy jest oryginalnym dorobkiem Doktoranta**, zarówno pod względem poznawczym jak i użytecznym, **który wpisuje się w zakres dyscypliny budowa i eksploatacja maszyn, mieszczącej się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna**, określonej w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018.

Przedstawione w pracy informacje, badania i analizy w zakresie podejmowanej tematyki wskazują, że **mgr inż. Sławomir Woś** dobrze orientuje się w literaturze przedmiotu oraz posiada wiedzę teoretyczną podbudowaną doświadczeniem badawczym w tym obszarze. Zakres badań jest obszerny i uzasadniony, stanowiący przyczynek do ich kontynuowania oraz rozszerzania w przyszłości.

Zadania badawcze podjęte przez Doktoranta uzupełniają i poszerzają wiedzę w obszarze badań systemów tribologicznych, w szczególności odnoszą się do zagadnień wpływu teksturowania powierzchni elementów współpracujących węzła tarcia na właściwości tribologiczne pary trącej.

Doktorant powinien jednak zwracać większą uwagę na stronę redakcyjno-edytorską podczas opracowywania prac naukowych.

Wiele z przedstawionych w niniejszej recenzji uwag ma charakter dyskusyjny i nie wpływa na ocenę merytorycznego poziomu rozprawy doktorskiej. Dlatego **rozprawę doktorską mgra inż. Sławomira Wosia w ogólnym odbiorze oceniam pozytywnie.**

Na podstawie przedstawionej recenzji **stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Sławomira Wosia pt. *Wpływ teksturowania metodą obróbki strumieniowo-ściernej na właściwości tribologiczne par trących* spełnia wymagania ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003r. (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) oraz wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej o dopuszczenie jej Autora do publicznej obrony.**



