WPŁYNĘŁO DNIA
16.08.2022
data
nr pisma
podpis

UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI
WYDZIAŁ MECHANICZNY
INSTYTUT INŻYNIERII MECHANICZNEJ
Katedra Materiałoznawstwa, Technologii i Eksploatacji Maszyn

dr hab. inż. Radosław MARUDA,
profesor Uniwersytetu Zielonogórskiego

ul. Licealna 9, 65-417 Zielona Góra
tel. (68) 328 25 65
e mail: r.maruda@iim.uz.zgora.pl

Zielona Góra, 02.08.2022 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgra inż. Mateusza KUKLIŃSKIEGO pt.

„Laserowe wspomaganie procesu toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną"

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej dr hab. inż. Olafa Ciszaka, prof. PP z dnia 6 lipca 2022 roku (DIM.075.345.2022) na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej z dnia 5 lipca 2022 roku.

1 Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Poszukiwanie metod poprawy wydajności i efektywności procesów produkcyjnych jest niewątpliwie koniecznością w przedsiębiorstwach, w których wykorzystywana jest obróbka skrawaniem. Zakres, charakter i sposób realizacji podjętych działań może różnić się w zależności od profilu przedsiębiorstwa, jego wielkości itp., ale zawsze sprowadza się do wdrożenia w przedsiębiorstwie nowej technologii. Wytwarzanie detali metodami obróbki skrawaniem są jednymi z dynamiczniej rozwijających się metod wytwarzania. Celem obróbki skrawaniem jest nadanie przedmiotowi obrabianemu żądanego kształtu, wymiarów i właściwości warstwy wierzchniej przez usunięcie materiału. Łączny udział obróbki skrawaniem w przemyśle maszynowym jest obecnie oceniany na około 50% i według prognoz

Międzynarodowej Akademii Inżynierii Produkcji (CIRP) udział ten w najbliższym czasie będzie jeszcze większy. Wynika to z wrastających możliwości zastosowań procesów obróbki ubytkowej, uzyskiwanych dokładności wymiarowych i jakości powierzchni. Oprócz konwencjonalnych zastosowań do kształtowania części z metali i stopów technicznych o dowolnych właściwościach technologicznej warstwy wierzchniej, obróbka skrawaniem jest możliwa również do materiałów o dużej twardości, do których należą materiały z warstwą borowaną. Borowanie jest procesem polegającym na wzbogaceniu powierzchni materiału borem w celu uzyskania twardych borków, których obecność znacznie poprawia odporność na zużycie ścierne.

Zła skrawalność, niektórych materiałów wymusza intensywne poszukiwania sposobów poprawy tej skrawalności przez rozwój zaawansowanych technik obróbki. Dotyczy to wszystkich procesów obróbki, głównie frezowania, toczenia, wiercenia i gwintowania. Największy priorytet ma spełnienie wysokich wymagań jakości wytwarzanych elementów. Drugim ważnym czynnikiem jest oczekiwanie stałego wzrostu stabilności procesu wytwarzania i produktywności. Techniki wspomagające obróbkę materiałów trudnoskrawalnych obejmuje też stosowanie laserowego wspomagania toczenia. Obróbka wspomagana laserem (ang. LAM – laser assisted machining) polega na skrawaniu z jednoczesnym nagrzewaniem strefy skrawania tuż przed ostrzem narzędzia przy użyciu wiązki lasera.

Recenzowana dysertacja, w której Autor podjął się dwóch problemów naukowych: wytworzenia warstwy borowej w celu zwiększenia twardości na powierzchni stopu niklowo-miedziowego oraz oceny skrawalności uzyskanej warstwy podczas toczenia ze wspomaganiem laserowym mieści się w zasadniczym nurcie współczesnych kierunków badań inżynierskich. Tematyka badań jest aktualna i zyskuje coraz bardziej na popularności ze względu na coraz większe zainteresowanie wynikające z potrzeb przemysłu oraz paradygmatu w inżynierii powierzchni polegającego na zwiększeniu twardości materiałów oraz wspomagania obróbki skrawaniem materiałów trudnoskrawalnych poprzez zastosowanie lasera. Recenzowana rozprawa doktorska mgra inż. Mateusza Kuklińskiego powstała na starannie przygotowanym gruncie wcześniejszego rozpoznania merytorycznego. Doktorant mgr inż. Mateusz Kukliński w swojej rozprawie doktorskiej zajął się niezwykle ciekawą, aktualną i przyszłościową tematyką połączenia przygotowania powierzchni metali poprzez zwiększenie jej twardości z analizą skrawalności i jej funkcjonalności. Na podkreślenie wkładu Autora w dyscyplinę inżynierii mechanicznej są przeprowadzone badania tribologiczne przedstawiające wpływ powierzchni borowanych na ich zużycie w węźle tarcia. Pan mgr inż. Mateusz Kukliński wykonał obszerną analizę technik zwiększenia twardości warstwy wierzchniej oraz przeanalizował w ten sposób wykonane powierzchnie w kontekście ich dalszego wykorzystania przemysłowego, wykonał badania empiryczne poparte parametryczną analizą wybranych wskaźników skrawalności.

Wymienione wyżej okoliczności potwierdzają trafność i sensowność wyboru tematyki badawczej. Uzasadnieniem wspomnianej trafności wyboru jest nie tylko sam fakt usytuowania pracy na szerszym tle ogólnoświatowych badań naukowych, ale również to, że podejmowana w rozprawie doktorskiej tematyka rokuje nadzieje epistemologiczne oraz dużą nadzieję na uzyskanie walorów utylitarnych.

Strukturę rozprawy stanowi wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów, streszczenie w języku polskim i angielskim, osiem numerowanych rozdziałów oraz bibliografia. Układ

pracy jest prawidłowy – typowy dla prac eksperymentalnych. **Tytuł dysertacji** jest zgodny z jej treścią, choć być może dobrze byłoby zasygnalizować też przedstawioną w dysertacji analizę skrawalności wybranego stopu niklowo-miedziowego z naniesioną warstwą borowaną. Moim zdaniem niefortunnym sformułowaniem jest w tytule „procesu toczenia", ponieważ toczenie samo w sobie jest już procesem. Wtedy tytuł mógłby brzmieć: Analiza wybranych wskaźników skrawalności po laserowym wspomaganiu toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną". Wyeksponowane w odrębnym punkcie **tezy pracy,** są dobrze ugruntowane w dotychczasowym stanie wiedzy, nie mają charakteru trywialnego, ale niestety niezrozumiałym jest słowo „poprawia" użyte z zdaniu „...poprawia trwałość ostrza skrawającego oraz chropowatość powierzchni obrobionej" dla przedstawionej tezy. W mojej opinii druga teza powinna zostać sformułowana: „Laserowe wspomaganie toczenia stopu Monel 400 z warstwą borowaną zwiększa trwałość ostrza skrawającego oraz zmniejsza chropowatość powierzchni obrobionej". **Cele pracy** sformułowane na stronie 48 podane są w sposób jasny. **Zakres badań** przedstawiony został w sposób wystarczający, gdzie Autor w głównej mierze skupił się na osiągnięciu założonych celów pracy. **Wprowadzenie** napisane jest przekonywująco oraz w jasny sposób.

Analiza aktualnego stanu zagadnienia z zakresu podjętej tematyki przedstawiona została w rozdziale drugim. Dobór analizowanych zagadnień jest prawidłowy i jest odzwierciedleniem dotychczasowego stanu wiedzy. Stanowi podstawę do określenia obszaru badań własnych Autora. Jest to także właściwa baza wiedzy do sformułowania przez Autora tez pracy. Układ tej części rozprawy oceniam jako logiczny, choć mam pewne uwagi szczegółowe:

1) Str. 6 – Autor napisał:"...kontekście poprawy *efektywności* obróbki wykańczającej warstw borowanych", str. 14: „...dla *efektywności* procesu,...", str. 39: „...*efektywność* toczenia...". Czy Autor nie powinien w tych przypadkach użyć słowa wydajności;
2) Str. 15 – Autor napisał: „Nieefektywność nawęglania spowodowana jest..." niefortunne sformułowanie, proszę o wyjaśnienie, co Autor rozumie przez słowo nieefektywność;
3) Str. 22 – Autor podał jednostkę twardości HK – proszę o wyjaśnienie tej jednostki;
4) Str. 39 – Autor jest niekonsekwentnym w używaniu oznaczeń, ponieważ raz używa *Rz* a innym razem R_z;
5) Str. 39 – Autor napisał: „Badanie efektywności poprawy jakości...", str. 42: „...jakość powierzchni obrobionej była lepsza..." oraz „...przy najbardziej optymalnych parametrach chropowatości powierzchni..." – takie stwierdzenia są dość niefortunne i w zasadzie niezrozumiałe;
6) Str. 42 – Autor napisał: „... pozwala na obniżenie sił skrawania o około 30%." – czy Autor nie uważa, że powinien dodać i wymienić: „...pozwala na obniżenie sił skrawania o około 30% w porównaniu do...";
7) Str. 45 – Autor napisał; „...sił skrawania..." a powinno być siły skrawania;
8) Str. 46 – dlaczego Autor używa pojęcia „prędkości obrotowej", gdzie większe znaczenie w obróbce skrawaniem ma prędkość skrawania;
9) Str. 47 – Autor napisał: „...w celu nadania wymaganego kształtu..." oraz „...wymaganej jakości powierzchni obrobionej.", proszę o wyjaśnienie zacytowanych fragmentów w kontekście użycia ich w zdaniu;

Przywołania literatury przedstawione przez Autora utrudniają czytelność pracy w kilku przypadkach, zwłaszcza gdy jest ich kilkanaście na raz. Natomiast przy powoływaniu się na istotne dla tematyki prace dobrze jest wymienić nazwisko autora danej pracy np. Krelling i in. [78].

Autor ingerując w rysunki z czasopism zachodnich (np. rys. 21 – str. 35 i kilkanaście innych) powinien do podpisu pod rysunkiem dodawać zapis „Opracowanie własne na podstawie [105]", ponieważ zmienia już treść tego rysunku.

Zasadniczą część rozprawy z punktu widzenia etapów badania naukowego stanowią rozdziały, w których Autor referuje metodykę, wyniki i analizę wyników badań własnych. Są to rozdziały 3, 4, 5, 6 i 7. W tej części pracy Autor zawarł ogólną charakterystykę materiału podlegającego próbom, opisał stanowisko badawcze oraz przedstawił wyniki badań własnych empirycznych. W rozdziale piątym przedstawiono metodykę badań, w której podano najważniejsze informacje. Moje uwagi do tej części pracy są następujące:

1) Str. 49 – Autor przedstawiając stop niklowo-miedziowy Monel 400 powinien podać najważniejsze właściwości mechaniczne materiału, np.: granicę plastyczności, granicę wytrzymałości na rozciąganie itp.;
2) Str. 50 – jaką wartość naukową według Autora wnoszą rys. 31a oraz 31b;
3) Str. 50 – przedstawiając materiały narzędziowe, Autor powinien podać więcej informacji, podając geometrię narzędzia, rysunki płytek i oprawek. Niektóre dane zostały przedstawione w rozdziale 7.3.1, co nie jest fortunne, ponieważ w wynikach badań nie powinno się już prezentować geometrii narzędzia skrawającego;
4) Str. 51 – Autor przedstawił przygotowania powierzchni próbek do stopowania laserowego borem. Proszę wyjaśnić, dlaczego powierzchnia była szlifowana ręcznie (brak informacji) papierem ściernym o gradacji 1200 a nie na szlifierce do płaszczyzn;
5) Str. 56 – Autor w sposób bardzo lakoniczny przedstawia dobór parametrów skrawania. Niezrozumiałym jest zapis, że wybrano prędkość skrawania 150 m/min podsumowując, że została wybrana taka prędkość skrawania, ponieważ jest „dwukrotnością najwyższej prędkości skrawania użytej w ramach badań wstępnych". Dodatkowo Autor powołuje się na pracę, gdzie Autorzy [127] dla tej prędkości skrawania w trakcie badań uzyskali zmniejszenie sił skrawania oraz parametrów chropowatości powierzchni obrobionej. Pisząc takie stwierdzenie czy Autor przeprowadzał badania w tych samych warunkach, tzn.: używał takiego samego narzędzia, obrabiarki, naniesiona warstwa borowana miała taką samą grubość itp.? Dodatkowo brak informacji dotyczących doboru pozostałych wartości parametrów skrawania: głębokości skrawania oraz posuwu.
6) Str. 59 – Autor prowadząc badania tribologiczne podał, że do węzła tarcia dostarczano kilka kropel wody. Dlaczego zastosowano wodę a nie jak zawsze w tego typu badaniach olej. W rzeczywistych węzłach tarcia stosuje się olej, którego głównym zadaniem jest smarowanie a woda ze względu na swoje właściwości ma na celu chłodzenie. Dodatkowo Autor mógł określić dokładnie wydajność wody a nie zastosować ogólny zapis: „do strefy zużycia doprowadzono w każdym przypadku kilka kropel wody".
7) Str. 59 – przeprowadzając badania na maszynie tarciowo-zużyciowej typu Amsler A-135 zgodnie z normą PN-H-04329 strefa styku próbki i przeciwpróbki nie nazywa się „strefą zużycia", tylko „węzełem tarcia".

8) Str. 60 – Autor napisał: „Tak krótki czas trwania próby zużycia Monelu 400 wynikał z tego, iż została ona przerwana z powodu silnego zlepiania cząstek próbki i przeciwpróbki, a także ze względu na znaczny wzrost temperatury w strefie zużycia". Czy w trakcie eksperymentu temperatura był monitorowana? Jeżeli tak to, dlaczego ich wyników nie przedstawiono w rozdziale 7.1.4 a jeżeli nie, to na jakiej podstawie Autor stwierdza, że nastąpił znaczny wzrost temperatury;
9) Str. 61 – Autor podaje, że jako wskaźnik zużycia wybrał VB_C. Zgodnie z normą VB_C to nie jest szerokość pasma zużycia na powierzchni przyłożenia, tylko szerokość pasma zużycia naroża;

W rozdziale piątym zabrakło informacji, w jaki sposób Autor uzyskał widoki izometryczne topografii powierzchni przedstawione na rys. 60 na stronie 83.

Rozdział szósty, w którym przedstawiono warunki badań w moim odczuciu jest niepotrzebny. Najważniejsze informacje przedstawione w tym rozdziale Autor powinien umieścić w rozdziale 5 albo stworzyć podrozdział do rozdziału 5.

Rozdział siódmy stanowi porównanie wyników badań laboratoryjnych oraz ich analizę. Cały rozdział ułożony jest w poprawny z metodologicznego punktu widzenia ciąg. Wszystkie badania zostały przedstawione w sposób prawidłowy a ich wyniki bardzo dobrze zaprezentowane w sposób graficzny. Mocną stroną pracy są zdjęcia mikrostruktury powierzchni borowanych laserowo dla powierzchni płaskich i walcowych oraz umieszczenie na rysunkach opisu najważniejszych zmian. Moje zapytania i uwagi do tej części pracy są następujące:

1) Str. 65 – formułując stwierdzenie „Przy niskiej prędkości skanowania materiał topi się nie tylko w wyniku bezpośredniej interakcji wiązki z podłożem, ale również poprzez przewodnictwo ciepła w ilości wystarczającej do uzyskania temperatury topnienia w głębi materiału" należy powołać się na pozycję literaturową. Autor nie przedstawia wyników badań dotyczących przewodnictwa ciepła;
2) Str. 69 – podrozdział 7.1.3 zaprezentowano wyniki zmian mikrotwardości powierzchni po borowaniu laserowym dla prędkości skanowania wiązką lasera 5 m/min oraz 50 m/min. Dlaczego Autor nie wykonał takich samych badań dla prędkości wiązki lasera 25 m/min i 75 m/min, gdzie w podrozdziale 7.1.2 przedstawia mikrostruktury powierzchni dla wszystkich badanych zmian prędkości v_L;
3) Str. 70 – podrozdział 7.1.4 powinien brzmieć: Ocena właściwości tribologicznych powierzchni borowanych;
4) Str. 71 – Autor wykorzystując maszynę tarciowo-zużyciową typu Amsler A-135 do badań właściwości tribologicznych przedstawił tylko zużycie wagowe oraz głębokość strefy pasma zużycia. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego Autor nie skorzystał ze wszystkich możliwości aparatury. Autor powinien przedstawić nie tylko informacje dotyczące wielkości zużycia, ale również zjawisk fizycznych zachodzących w węźle tarcia. Dlaczego Autor nie monitorował współczynnika tarcia (chwilowy albo średni), oraz temperatury w węźle tarcia. Autor powinien również zmierzyć szerokość pasma zużycia na próbce i znając średnicę przeciwpróbki mógłby obliczyć wartość

intensywności zużycia objętościowego. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego Autor nie przedstawił tak ważnych informacji z punktu widzenia badań tribologicznych;

5) Str. 71 – na rys. 49 Autor przedstawił próbki po przeprowadzeniu badań tribologicznych. Proszę wyjaśnić, dlaczego wszystkie próbki wykonane są w innej skali oraz dlaczego nie naniesiono skali na rysunkach;
6) Str. 73 – wiersz 15 od góry, Autor użył błędnego oznaczenia f dla odległości między kolejnymi przetapianymi ścieżkami, powinno być f_z;
7) Str. 74 – mocną stroną pracy jest rys. 51, który w sposób poglądowy opisuje zmiany zachodzące w trakcie przetopienia na próbkach walcowych wraz z ich zwiększeniem głębokości. Należy jednak zwrócić uwagę, że zastosowanie czcionki w kolorze białym sprawia, że rysunek jest nieczytelny;
8) Str. 78 – Autor podrozdział 7.3.1 zatytułował „Dobór narzędzi skrawających" i umieścił w podrozdziale 7.3. Ocena wskaźników skrawalności. Wskaźnikiem skrawalności nie jest wybór narzędzia skrawającego. Wszystkie wyniki, które zostały umieszczone w tym punkcie należałoby przenieść do podrozdziału o trwałości narzędzia;
9) Str. 78 – dlaczego Autor wybrał kryterium stępienia ostrza na poziomie VB_C = 0,2 mm;
10) Str. 81 – Autor użył dla podrozdziału nazewnictwa 7.3.3. „Struktura geometryczna powierzchni obrobionej" przedstawiając jedynie wyniki dwóch parametrów chropowatości 2D i dwa widoki izometryczne powierzchni. SGP to nie tylko parametry chropowatości powierzchni, ale również falistość, kierunkowość oraz uszkodzenia na powierzchni obrobionej. W tej części pracy brakuje mi przedstawienia wyników chropowatości powierzchni 3D, które dają znacznie więcej informacji o cechach funkcjonalnych powierzchni w szczególności w dalszej ich eksploatacji niż dwa podstawowe parametry 2D chropowatości;
11) Str. 81 – Autor napisał: „Struktura geometryczna powierzchni obrobionej jest istotnym parametrem jakościowym elementów kształtowych…". Dlaczego Autor uważa, że jest to parametr jakościowy a nie ilościowy, skoro dla każdego parametru podaje dokładną wartość;
12) Str. 84 – rys. 62 – dlaczego Autor przedstawił widoki zużycia ostrza skrawającego obracając rysunki o 180°.

Wnioski sformułowane na końcu pracy zostały w sposób prawidłowy podzielone na wnioski poznawcze, utylitarne i dotyczące dalszych badań. Wnioski końcowe są istotne z praktycznego punktu widzenia, natomiast niektóre punkty wniosków przedstawione są w sposób uproszczony, ponieważ wydają się być raczej obserwacyjne niż przedstawiające wartości naukowe. Na podstawie wyników badań pewne ogólne i podstawowe wnioski naukowe powinny być przedstawione. Ze swej strony proponuję także w bardziej widoczny sposób przedstawić odpowiedź na tezy pracy. Przed wnioskami brakuje moim zdaniem krótkiego podsumowania pracy. **Literatura** zamieszczona w końcowej części pracy jest bardzo obszerna. Autor analizuje i cytuje najnowszą światową literaturę, która została sformatowana jednakowo z zasadą kolejności cytowania.

Ogólne uwagi do rozprawy doktorskiej:

1) Wszystkie zmienne powinny być pisane kursywą;

2) Praca powinna być pisana od lewej do prawej (spełnione przez Autora) oraz od góry do dołu (np. str. 19, 25, 26 itd.);
3) Autor niefortunnie używa kilkakrotnie nazewnictwa niski i wysoki w wielu miejscach rozprawy doktorskiej, np. str. 4 „... na uzyskanie niższej chropowatości...", powinno być mniejszej;
4) Autor używa niepotrzebnie zbyt dużą liczbę znaków interpunkcyjnych, np. str. 28;
5) Z punkty widzenia czytelnika korzystniejszy byłby styl numeracji rysunków odwołujących się do rozdziałów i podrozdziałów, np. Rys. 7.1.1. itd.;
6) Autor nie powinien zostawiać pustych rozdziałów, np. 7.3. Ocena wskaźników skrawalności, tylko wyjaśnić, dlaczego wybrał te wskaźniki skrawalności, pomijając na przykład kształt wióra, który ma duże znaczenie w produkcji zautomatyzowanej.

2 Ocena rozprawy doktorskiej

Omawiana rozprawa doktorska jest próbą oceny dwóch ważnych problemów badawczych. W pierwszym Autor zwraca uwagę na znaczenie parametrów stopowania laserowego borem powierzchni płaskich i walcowych stopu Monel 400. Drugim zagadnieniem badawczym opisanym w dysertacji jest ocena wybranych wskaźników skrawalności podczas toczenia ww. stopu ze wspomaganiem laserowym. Przedstawione wyniki w recenzowanej rozprawie doktorskiej są w stopniu zadowalającym jak na zakres prac wykonanych przez Doktoranta. Jego praca jest samodzielna, co świadczy o dojrzałości naukowej i doświadczeniu w prowadzeniu prac badawczych. Pan mgr inż. Mateusz Kukliński w swojej rozprawie opisał w spójny oraz logiczny sposób zaplanowane i zrealizowane eksperymenty. Doktorant w pełni zrealizował swój cel. Przedstawioną rozprawę ocenić można w dwóch aspektach: merytorycznym i edytorskim. Zaczynając od tego drugiego należy stwierdzić, że Autor posługuje się poprawnym językiem, słowa dobrane są w sposób przemyślany i ze zrozumieniem treści jakie ze sobą niosą. Rysunki wykonane są starannie oraz wplecione są umiejętnie w całość. To sprawia, że zapoznawanie się z zawartością rozprawy jest stosunkowo łatwe. Wczytując się natomiast w treść można dostrzec pewne drobne niedociągnięcia stylistyczne i literowe.

Przedstawiona analiza rozprawy zawiera wystarczające moim zdaniem przesłanki do sformułowania oceny. Treść rozprawy jest zgodna z tematem zaakceptowanym przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej w Poznaniu. Podjęty temat jest ważny zarówno z poznawczych, jak i praktycznych względów i opracowany został w sposób zadowalający. Sformułowane w niniejszej recenzji uwagi nie umniejszają wartości materiału dowodowego pracy, albowiem w większości odnoszą się do sposobu prezentacji uzyskanych wyników. Nie mogą więc stanowić podstawy do kwestionowania wartości pracy. Pod względem metodycznym rozprawa jest poprawna. Literatura specjalistyczna została dobrana trafnie. Układ rozprawy i podział treści między poszczególnymi rozdziałami jest logiczny, choć moim zdaniem, można by go nieco zmodyfikować wykorzystując podane przeze mnie wcześniej sugestie, zwłaszcza dotyczące treści, rozdziału szóstego oraz podrozdziału 7.3.1. Zbiór pojęć, jakimi posługuje się Autor, jest na ogół poprawny. Zdarzają się pewne stylistyczne niedociągnięcia, ale raczej wynikające z niezbyt fortunnego tłumaczenia

z literatury anglojęzycznej. Strona ilustracyjna pracy jest bez większych zastrzeżeń, redakcja rozprawy zaś wykazuje pewne niedociągnięcia. W dostarczonym do recenzji egzemplarzu stwierdziłem szereg błędów korektorskich, stylistycznych, gramatycznych i drobnych nieścisłości. Zaznaczyłem to w tekście, niektóre z nich przedstawiłem powyżej. Listę drobnych uwag zaś dotyczących stylistyki, korekty i redakcji przekazane zostaną Autorowi.

Warunkiem dysertabilności rozprawy doktorskiej jest jej związek z problemem poznawczym lub metodologicznym bezpośrednio lub pośrednio wpływającym na stan wiedzy. W przypadku recenzowanej rozprawy warunek ten jest spełniony pod względem pierwszego z wymienionych aspektów, co wykazałem w analizie rozprawy. Rozprawa jest w wystarczającym stopniu poprawna metodologicznie, gdyż zawiera elementy, które w metodologii nauk określa się jako etapy badania naukowego.

Przedstawioną do oceny rozprawę oceniam pozytywnie jako pracę wartościową, zawierającą niezbędny materiał dla pracy doktorskiej. Podsumowując stwierdzam, że rozprawa Pana mgr inż. Mateusza Kuklińskiego:

- spełnia wymóg wykazania Jego ogólnej wiedzy teoretycznej w uprawianej dyscyplinie,
- spełnia wymóg oryginalnego rozwiązania przez Autora zagadnienia naukowego,
- wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia przez Autora pracy naukowej.

3 Wniosek końcowy

Całość oceny rozprawy doktorskiej mgra inż. Mateusza Kuklińskiego pt. „Laserowe wspomaganie procesu toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną" umożliwia sformułowanie wniosku o spełnieniu warunków określonych ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku i dopuszczeniu jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej w ramach dyscypliny Inżynieria Mechaniczna.