

POLITECHNIKA OPOLSKA

WYDZIAŁ MECHANICZNY

Katedra Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji

Prof. dr hab. Grzegorz KRÓLCZYK
profesor

ul. Mikołajczyka 5, 45-271 Opole
tel. (77) 449 84 61, fax (77) 449 99 27
e mail: g.krolczyk@po.opole.pl

Opole, 17.03.2022r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny LISOWICZ pt.

***„Analiza toczenia wykończeniowego stopu tytanu Ti-6Al-4V w warunkach
MQL z zastosowaniem dodatku mikrometrycznego proszku z grafitu
płatkowego”***

Podstawą opracowania recenzji jest pismo o numerze RM-530-16-02/2023 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza dr hab. inż. Andrzeja Burghardta z dnia 18 stycznia 2023 roku.

1 Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Tematyka pracy poświęcona jest zagadnieniom badań z obszaru ekologicznych trendów w obróbce skrawaniem. Obróbka skrawaniem jest najpowszechniejszym rodzajem obróbki ubytkowej, w której pożądanym rozmiar, kształt i wykończenie powierzchni można osiągnąć poprzez wyeliminowanie nadmiaru materiału. W poprzednich dziesięcioleciach można było zaobserwować liczne badania nad różnymi systemami chłodzenia i smarowania strefy skrawania, które poprawiały efektywność procesów obróbki skrawaniem. Podczas obróbki

nowoczesnych stopów powstają ekstremalne ilości energii cieplnej i znaczący wzrost siły skrawania, co prowadzi do pogorszenia jakości powierzchni i zwiększa możliwość zużycia narzędzia. Stąd obróbka skrawaniem nowoczesnych stopów pozostaje zadaniem kosztownym z powodu komplikacji związanych z małą produktywnością. Z założenia minimalizacja zużycia chłodziwa jest bardzo korzystna ekonomicznie, ponieważ znacznie minimalizuje koszt smarowania. Metoda MQL, znana również jako „obróbka prawie na sucho”, smarowanie małymi ilościami i „mikrosmarowanie”, jest najbardziej użyteczną metodą przenoszenia chłodziwa na powierzchnię styku narzędzia i przedmiotu obrabianego. MQL jest możliwym zamiennikiem konwencjonalnego chłodzenia. Daje to również producentowi możliwość wyboru tam, gdzie obróbka na sucho nie ma zastosowania, szczególnie gdy wydajność obróbki i jakość obszaru skrawania są sprawą nadrzędną. Nanocząsteczki i nanopłytki rozproszone w płynie bazowym MQL mogą być użyteczną techniką minimalizowania tarcia w całym procesie obróbki. Dzięki wyjątkowym właściwościom i minimalnym kosztom nanocząstki i nanopłytki są uważane za nowy, skuteczny wybór zalecany do smarowania strefy skrawania ze względu na kwestie m.in. środowiskowe.

Recenzowana dysertacja, w której Autorka przedstawiła własne, autorskie badania i analizy mieści się w zasadniczym nurcie współczesnych kierunków badań inżynierskich z obszaru inżynierii mechanicznej. Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Joanny Lisowicz powstała na starannie przygotowanym i w wysokiej kulturze utrzymywanym gruncie wcześniejszego rozpoznania merytorycznego i metodycznego wydzielonego obszaru nauk technicznych. Doktorantka mgr inż. Joanna Lisowicz w swojej rozprawie doktorskiej zajęła się aktualną i ważną a przede wszystkim aplikacyjną tematyką a przedstawione badania mają charakter badań które mogą zostać wdrożone w przemyśle. 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 charakteryzuje się niewątpliwie użytecznym charakterem.

Strukturę rozprawy stanowi sześć numerowanych rozdziałów oraz wstęp i literatura, w tym analiza literatury, cel i zakres pracy, warunki badań doświadczalnych, badania własne podzielone na badania wstępne i zasadnicze, podsumowanie i wnioski. Układ pracy jest prawidłowy i typowy dla prac eksperymentalnych. **Tytuł dysertacji** jest zgodny z jej treścią. **Hipotezy pracy** napisane zostały bardzo ogólnie i bez jasnych kryteriów. **Cel pracy** został natomiast jasno sformułowany. **Zakres pracy** przedstawiony został prawidłowo lecz dotyczy zakresu badań a nie całej dysertacji jak wskazuje tytuł. **Wstęp** napisany jest przekonująco

oraz w jasny sposób natomiast znaczną część wstępu stanowi analiza rozprawy. W tej części także pojawia się sformułowanie „trudnoobrabialne” które błędnie w dalszej części pracy przez doktorantkę jest zamiennie stosowane z słowem „trudnoskrawalne”. **Analiza literatury** przedstawia w sposób szczegółowy charakterystykę materiału obrabianego jakim jest tytan, w tej części dysertacji opisana została metoda chłodzenia MQL. W tej części pracy pojawiają się dwa błędy: na rysunku 1.4 do parametrów skrawania zaliczona została obróbka ciągła lub przerywana co przeczy teorii obróbki skrawania ukształtowanej w obecnej postaci od ponad stu lat. Drugim błędem jest nazywanie metod chłodzenia technikami.

Rozdział pt. **warunki badań doświadczalnych** przedstawia rozdział trzeci. Ta część pracy jest istotna dla całości. Natomiast czytając ten rozdział mam jedną uwagę: urządzenie na którym wykonano pomiary topografii powierzchni wykorzystuje mikroskopię różnicowania ogniskowego a nie ogniskowej. To zasadnicza różnica gdyż mikroskopia różnicowania ogniskowego polega na wykorzystaniu ostrości obrazu powierzchni (lub innej właściwości światła odbitego przy najlepszym zogniskowaniu) w mikroskopie optycznym do oceny wysokości nierówności powierzchni. Obraz powierzchni kształtowany jest przez system optyczny pozwalający uzyskać zarówno informacje fotometryczne (jasność, kolor itp.) jak i geometryczne (odległości, kształt). Z tego powodu jakakolwiek powierzchnia swobodna będzie miała ostry tylko fragment zogniskowany, a pozostałe obszary będą rozmyte. Dla potrzeb rekonstrukcji topografii uwzględnione zostają tylko te miejsca, w których dane z detektora będą się pokrywać z danymi z powierzchni ogniskowania obrazu. Co do całości tekstu nasuwają mi się jeszcze następujące uwagi: zdarza się niewłaściwe używanie niektórych słów i określeń, np.: „niższy” zamiast „mniejszy”, jednakże oddając sprawiedliwość Autorce trzeba przyznać, że wymienione słowa i określenia używane bywają w większości przypadków w sposób właściwy.

Rozdział czwarty i piąty stanowią zasadniczą część rozprawy z punktu widzenia etapów badania naukowego. Są to rozdziały dotyczące **badań własnych** Autorki. Poruszanie się po pracy nie stwarza czytelnikowi problemów. Moje pytania i uwagi do tej części pracy są następujące: dlaczego przyjęto wskaźnik zużycia VB_C a nie mniej dyskusyjny VB ? Jaki sens ma projektowanie badań wstępnych skoro są one ograniczone do parametrów niemal identycznych co badania zasadnicze? Dlaczego do analizy topografii powierzchni wyselekcjonowano parametr Sa a nie bardziej miarodajny Sq z tej samej grupy parametrów uśredniających kształt powierzchni?

Ostatnia merytoryczna część dysertacji to **Wnioski**, przedstawione w pracy zostały razem z podsumowaniem gdzie podsumowanie jest niejako wplecione w tekst wniosków co utrudnia

ich analizę. Natomiast ta część pracy jest niewątpliwie interesująca i istotna z praktycznego punktu widzenia. Ze swej strony proponuję także w bardziej widoczny sposób przedstawić wnioski, z podziałem na naukowe i użyteczne. **Literatura** zamieszczona w końcowej części pracy jest obszerna. Oprócz pytań dotyczących poszczególnych rozdziałów pracy nasuwa się jeszcze kilka pytań dyskusyjnych o charakterze ogólnym: przedstawione w pracy widoki izometryczne powierzchni nie dają odpowiedzi na zasadnicze pytanie dotyczące jakości powierzchni w kontekście jej późniejszej eksploatacji. Autorka przedstawiła jedynie parametry S_a i S_z . W tabeli 5.15 dla skrajnych parametrów $v_c = 40$ m/min oraz $f = 0,3$ mm/obr parametr $S_a = 8,4$ μm a parametr $S_z = 39,2$ μm . Bez przedstawienia parametrów S_p i S_v nie jest jasne czy tak duża różnica nie jest spowodowana artefaktami na powierzchni wynikającymi z zastosowania profilometrii optycznej czy błędnie wykonanej analizy metrologicznej. Rysunki 4.5 – 4.7 oraz 5.42 – 5.47 powinny zostać opatrzone analizą zużycia w przypadku rysunków z rozdziału 4 oraz analizą powierzchni dla rysunków z rozdziału 5. Bez szczegółowych analiz te wycinki pracy przedstawione są bardziej jako raport techniczny niż oryginalna praca naukowa.

2 Ocena rozprawy doktorskiej

Przedstawioną rozprawę ocenić należy w dwóch aspektach: merytorycznym i edytorskim. Zaczynając od tego drugiego należy stwierdzić, że Autorka posługuje się zasadniczo poprawnym językiem, słowa dobrane są w sposób przemyślany i ze zrozumieniem treści jakie ze sobą niosą. Rysunki wykonane są prawidłowo oraz wplecione są umiejętnie w całość. To sprawia, że zapoznawanie się z zawartością rozprawy bywa stosunkowo łatwe. Wczytując się natomiast w treść można dostrzec pewne drobne niedociągnięcia literowe i stylistyczne.

Przedstawiona analiza rozprawy zawiera wystarczające moim zdaniem przesłanki do sformułowania oceny. Treść rozprawy jest zgodna z tematem zaakceptowanym przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza. Podjęty temat jest ważny zarówno z poznawczych, jak i praktycznych względów i opracowany został wystarczająco z merytorycznego punktu widzenia. 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 odpowiednio i jest ułożona na tle innych już zrealizowanych badań. Układ rozprawy i podział treści między

poszczególnymi rozdziałami jest logiczny. Zbiór pojęć, jakimi posługuje się Autorka, jest na ogół poprawny. Zdarzają się natomiast stylistyczne niedociągnięcia. Strona ilustracyjna pracy jest bez większych zastrzeżeń, tak jak redakcja rozprawy.

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 bardzo bogaty materiał. Podsumowując stwierdzam, że rozprawa:

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

3 Wniosek końcowy

Analizując przedstawioną do oceny rozprawę doktorską stwierdzam, że:

- tematyka pracy została wybrana w sposób właściwy, a jej zakres spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim,
- rozprawa dotyczy aktualnej wiedzy i praktyki, wnosząc nowe treści,
- struktura i formalny układ pracy jest poprawny,
- cele pracy zostały osiągnięte w zakresie przyjętym przez Autorkę,
- treść rozprawy stanowi zamkniętą całość będąc dokumentacją z badań własnych.

Całość oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny Lisowicz pt. „Analiza toczenia wykończeniowego stopu tytanu Ti-6Al-4V w warunkach MQL z zastosowaniem dodatku mikrometrycznego proszku z grafitu płatkowego” 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 z późniejszymi zmianami w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna wg klasyfikacji określonej w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 lipca 2018 roku

i wnoszę o dopuszczeniu jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Naukowej
„Inżynieria mechaniczna” Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza.

Gregor 