

08.06.2021
232/WIH.9/2021

Prof. dr hab. inż. Jarosław Plichta
Wydział Mechaniczny
Politechnika Koszalińska

Koszalin 29.05.2021r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Macieja Gniota

pt. *Wpływ parametrów dawkowania wymuszonego zawiesiny ścierniej na efekty docierania jednotarczowego powierzchni płaskich elementów ceramicznych*

Promotor prof. dr hab. inż. Adam Barylski

1. Ocena doboru tematyki pracy

Docieranie jest zaliczane do najdokładniejszych metod obróbki wykończeniowej przedmiotów wykonanych z różnych gatunków materiałów, w odniesieniu do których, stawiane są wysokie wymagania dotyczące dokładności wymiarowo- i kształtowej oraz niskiej chropowatości powierzchni. Wielokierunkowość i orientacja śladów obróbkowych, kształtowanych przez mikroziarna ściernie na powierzchni obrabianej, niska temperatura i małe naciski jednostkowe, zapewniają również korzystny stan warstwy wierzchniej w tej metodzie obróbki.

W procesie docierania docierakami aktywowanymi w sposób swobodny, istotny jest sposób podawania i dawkowania zawiesiny ścierniej, a także intensywność dawkowania. Ma to znaczenie zarówno w odniesieniu do jakości obróbki, jak i jej aspektu ekonomicznego. Jakaś część ziaren, zostaje bowiem szybko usunięta z powierzchni docieraka i strefy obróbki, w wyniku ruchu przedmiotów obrabianych i pierścieni prowadzących separatory przedmiotowe i nie bierze udziału w procesie kształtowania powierzchni obrabianej. Stąd nadmierne dawkowanie zawiesiny ścierniej, ma niekorzystny wpływ na podnoszenie kosztów operacji docierania. Ponadto, nadmiar zawiesiny ścierniej w strefie obróbki, może mieć wpływ na tzw. „pływanie” docieranych elementów na powierzchni docieraka. To może wystąpić podczas większych prędkości względnych w strefie obróbki oraz przy małych naciskach jednostkowych. Nadmierna ilość podawanej zawiesiny ścierniej, może wpływać na osadzanie i blokowanie się ziaren ściernych w przewodach doprowadzających, co może powodować różnego rodzaju zakłócenia i nieciągłości w przebiegu procesu obróbki.

Wobec powyższego uważam, że podjęty przed Doktoranta temat, dotyczący wymuszonego i sterowanego dawkowania zawiesiny ścierniej w procesie jednotarczowego docierania powierzchni płaskich elementów ceramicznych i jego wpływu na efekty obróbki, ma duże znaczenie zarówno w aspekcie naukowym, jak

i praktyki przemysłowej. Ma też istotne znaczenie dla zapewnienia stałych warunków obróbki i powtarzalności jej wyników w produkcji seryjnej. Problematyka ta została dobrze uzasadniona wnikliwą analizą stanu wiedzy o charakterze naukowym i technicznym, z uwzględnieniem najnowszej wiedzy prezentowanej w krajowych i zagranicznych publikacjach naukowych.

2. Ocena celu i zakresu pracy

Podstawowym celem realizowanej pracy doktorskiej, było określenie wpływu parametrów i warunków wymuszonego dawkowania zawiesiny ścierniej, na efekty jednotarczowego procesu docierania powierzchni płaskich z ceramiki technicznej. Do tego celu zastosowano, opracowany według autorskiego projektu, system podawania, dozowania i nanoszenia zawiesiny ścierniej, który umożliwia zmniejszenie jej zużycia, w porównaniu z konwencjonalnym systemem dawkowania. Tak sformułowany zakres pracy, dobrze uwzględnia związki przyczynowo-skutkowe, charakteryzujące wpływ sposobu podawania zawiesiny ścierniej, na jakość technologiczną docieranej powierzchni i dobrze określa jej zakres.

Również postawione naukowe hipotezy badawcze, należy uznać za właściwe. Jednak hipoteza pierwsza ma formę wniosku, zamiast uzasadnionego przypuszczenia, że należy oczekiwać i na jakiej podstawie, istnienie wpływu zawartości procentowej ziaren ściernych w nośniku, wielkości dawki zawiesiny ścierniej oraz lepkości nośnika ziaren, na efektywność procesu obróbki oraz chropowatość powierzchni obrobionej.

Cele i zakres pracy uznaję za spójne i dobrze ukierunkowane oraz umożliwiające dowodzenie wpływu wybranych parametrów wymuszonego dawkowania zawiesiny ścierniej, na efekty jednotarczowego docierania powierzchni płaskich elementów z ceramiki technicznej.

3. Ocena poziomu merytorycznego rozprawy

Treść rozprawy doktorskiej mgr inż. Macieja Gniota zawiera się w ośmiu rozdziałach, które są w sposób logiczny i spójny są ze sobą powiązane. Rozprawa charakteryzuje się twórczym podejściem do opisu i autorskiego opracowania wielu istotnych zagadnień, dotyczących wymuszonego dawkowania zawiesiny ścierniej w procesie jednotarczowego docierania. W sposób pozytywny oceniam koncepcję, zakres i układ logiczny pracy, w której wyraźnie widoczne są inwencja twórcza, wiedza i dorobek Doktoranta.

Do najważniejszych osiągnięć prezentowanych w pracy, zaliczam:

- Szeroki zakres realizowanych prac badawczych, umożliwiający weryfikację postawionej hipotezy i osiągnięcie usystematyzowanej wiedzy naukowej, wyjaśniającej związki przyczynowo-skutkowe, występujące w procesie jednotarczowego docierania elementów z ceramiki technicznej, z zastosowaniem innowacyjnego sposobu wymuszonego dawkowania zawiesiny ścierniej.

- Projekt autorskiego układu dozowania zawiesiny ścierniej, składający się z dwóch zespołów funkcjonalnych: układu nanoszenia zawiesiny ścierniej na tarczę docierającą, wyposażonego w rozpylacz i sterowany elektrozawór, umożliwiający okresowe jej podawanie i układu służącego do właściwego przygotowania zawiesiny, wraz z systemem jej podawania. Takie rozwiązanie zostało w całości zweryfikowane w wersji prototypowej stanowiska badawczego. Przeprowadzono analizę i ocenę skuteczności jego działania oraz wskazano konieczne modyfikacje konstrukcyjne. Ten etap prac oceniam wysoko, zarówno ze względu na dobry projekt i budowę stanowiska badawczego, jak i na obiektywny sposób weryfikacji doświadczalnej.
- Zbudowanie i weryfikacja w pełni wyposażonej wersji stanowiska badawczego, z elektronicznym układem sterowania sposobem dawkowania zawiesiny ścierniej, sterowaniem kształtem i wielkością obszaru nakładanej warstwy ścierniej na powierzchnię docieraka. Stanowisko to charakteryzuje się wysokim poziomem rozwiązań technicznych. Jest istotnym dorobkiem Doktoranta, świadczącym o Jego dużej wiedzy, umiejętnościach i rzetelności w przygotowaniu badań eksperymentalnych.
- Przeprowadzenie dobrze przygotowanych i zaplanowanych badań wstępnych. Umożliwiły one określenie czasowego ubytku masowego i liniowego w procesie docierania elementów płaskich z ceramiki technicznej Al_2O_3 , z zastosowaniem konwencjonalnego systemu dawkowania zawiesiny, wraz z szacunkową oceną jej zużycia. Ich wyniki stanowią dobrą podstawę do zaplanowania metodyki i programu badań zasadniczych.
- Opracowanie metodyki badań zasadniczych, z zastosowaniem wymuszonego systemu podawania zawiesiny ścierniej, wraz z adekwatnymi stanowiskami i metodami pomiarowymi. Przyjęty program badań i proponowaną metodykę, uważam za właściwą i odpowiednią do osiągnięcia założonych celów badawczych. Uważam jednak, że w badaniach powierzchni obrabianych z dużą dokładnością, w układzie technologicznym o złożonej kinematyce ruchu ziaren kształtujących ich strukturę geometryczną, wskazana byłaby ocena chropowatości powierzchni w układzie 3D. To zapewnia lepszą dokładność oceny SGP oraz większą ilość pozyskiwanych informacji, przy założonej zmienności warunków technologicznych.
- Również wybór przyjętego planu eksperymentu DS./DK-P:λ, (plan badań statyczny, zdeterminowany, selekcyjny, wieloczynnikowy drugiego rzędu) wykorzystujący model nieliniowy procesu docierania, został dobrze uzasadniony i umożliwia odpowiednią jakość uzyskanych informacji o wpływie poszczególnych czynników na przebieg i wyniki badanego procesu. Istotne znaczenie ma też zastosowanie wnioskowania statystycznego w ocenie wyników badań.
- Przeprowadzenie zasadniczych badań eksperymentalnych, dotyczących efektywności procesu docierania z zastosowaniem autorsko opracowanej metody wymuszonego dawkowania zawiesiny ścierniej. Zakres tych badań obejmuje

wpływ parametrów i warunków dawkowania, charakteryzowany zawartością ziaren ściernych K , dawką zawiesiny V_s i stopniem lepkości jej nośnika L_e , przy założonym zakresie zmienności ich wartości. Wymaga to jednak uzasadnienia, czym dobór tych wartości tych cech był podyktowany, gdyż może to mieć duży wpływ na wyniki badań, ich interpretację i wnioskowanie.

- Przeprowadzenie badań wpływu warunków dawkowania zawiesiny ścierniej na ubytek liniowy docieranych elementów, wykorzystując przyjęty plan badań PS/DS.- P:λ. Wyniki badań przedstawiono wykorzystując program Statistica. Ujmują one wpływ zawartości ziaren ściernych K , ilości zawiesiny ścierniej V_s i lepkości jej nośnika L_e na wartość ubytku liniowego próbek ceramicznych podczas procesu docierania. Określono, dla jakich wartości tych czynników, występuje największy ubytek liniowy obrabianego elementu i że jest on porównywalny do wartości uzyskiwanych przy konwencjonalnym ciągłym sposobie podawania zawiesiny. Tu jednak byłoby dobrze odnieść się do konkretnych wartości. Na podstawie uzyskanych danych, wyznaczono parametry modelu matematycznego w postaci wielomianu drugiego stopnia, sprawdzając i potwierdzając wysoki poziom jego istotności. Wykazano, że opracowany model procesu docierania w warunkach wymuszonego podawania zawiesiny, może być wykorzystywany do optymalizacji analizowanego procesu. Pod względem merytorycznym ten fragment pracy oceniam bardzo dobrze.
- Według takiej samej metodyki, przeprowadzono badania wpływu warunków dawkowania zawiesiny ścierniej na wybrane parametry chropowatości powierzchni po docieraniu. Charakteryzowały one wysokość największego wzniesienia profilu chropowatości R_p i głębokość najniższego wgłębienia tego profilu R_v oraz parametr R_z . Opracowano w sposób właściwy adekwatne parametry modeli matematycznych w postaci wielomianów drugiego stopnia. Te opracowania również oceniam również w sposób pozytywny, zarówno pod względem ilości i jakości wydobytej wiedzy, jak i poziomu wnioskowania z zastosowaniem metod statystycznych. Tu postawiłbym jednak pytanie: dlaczego na tym etapie badań nie uwzględniono parametru chropowatości R_a , charakteryzującego średnie arytmetyczne odchylenie rzędnych profilu?
- Przeprowadzenie badań wpływu warunków dawkowania zawiesiny ścierniej, na korelacje z wybranymi dziewięcioma parametrami profilu chropowatości powierzchni po docieraniu. Charakteryzują one te profile w kierunku wertykalnym i horyzontalnym, niosąc komplementarne informacje o charakterze amplitudowym i częstotliwościowym. Wykazano, które z nich posiadają istotne statystyczne korelacje z parametrami dawkowania zawiesiny ścierniej K , V_s i L_e . Tu należałoby jednak przytoczyć wyjaśnienie: dlaczego? Na przykład, w jaki wpływ ma tu ilość aktywnych ziaren biorących udział w kształtowaniu struktury geometrycznej powierzchni obrabianej, kinematyka ich ruchu i warunki panujące w strefie obróbki.

Pod względem poziomu naukowego, pracę oceniam bardzo dobrze, zarówno ze względu na innowacyjność i kompleksowość prowadzonych badań, jak i twórczy wkład Doktoranta do rozwoju teorii i praktyki procesu jednotarczowego docierania. Wykazał się On dużą wiedzą naukową, inwencją twórczą i umiejętnościami planowania eksperymentu. Dobrze opanował metodykę pracy naukowej. Przeprowadzone badania i analizy, odznaczają się nowatorskim charakterem i mają duże znaczenie poznawcze, naukowe i praktyczne.

Zauważyłem w pracy jednak pewne uchybienia, do których zliczam:

- Brak przedstawienia we wstępie do pracy, skróconego opisu jej zakresu, syntetycznej prezentacji dorobku w odniesieniu do poszczególnych jej etapów oraz wskazanie, w jakim zakresie jej dorobek poszerza stan dotychczasowej wiedzy. Takie informacje są wprowadzeniem do problematyki pracy i zaznajamiają z jej osiągnięciami.
- Uogólniony opis realizowanych prac badawczych, który powinien umożliwić weryfikację postawionej hipotezy i osiągnięcie wiedzy naukowej, wyjaśniającej związki przyczynowo-skutkowe, zachodzące w zmodyfikowanym procesie jednotarczowego docierania z zastosowaniem wymuszonego dawkowania zawiesiny ścierniej. Korzystnie byłoby w tym miejscu zamieścić schemat blokowy struktury programu badawczego, który wskazywałby kierunki wpływu badanych czynników na przebieg i wyniki procesu obróbki. Taki schemat blokowy ułatwia bowiem analizę istoty, celu i zakresu programu badawczego, w odniesieniu do kolejnych etapów badań.
- Brak uszczegółowionych wniosków po niektórych etapach badań. Ułatwiałoby one pogłębioną i usystematyzowaną analizę otrzymanych wyników oraz sumowały w sposób syntetyczny uzyskaną wiedzę.
- Przy prezentacji i omówieniu wyników badań, celowe byłoby niekiedy szersze wyjaśnienie, które czynniki i w jakim stopniu na nie wpływają, np. ilość ziaren aktywnych w strefie obróbki, ich rozkład powierzchniowy, kinematyka i prędkość ruchu itd.

Uchybienia te nie wpływają w sposób znaczący na jednoznacznie pozytywny odbiór treści pracy, uważam jednak, że powinny być one brane pod uwagę w kolejnych publikacjach wyników prac badawczych.

4. Ocena układu i redakcji rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Macieja Gniota jest zredagowana na 205 stronach i składa się z 8 rozdziałów, z wydzielonym wykazem ważniejszych oznaczeń i symboli oraz spisem materiałów literaturowych, rysunków i tablic. Nie wydzielono rozdziału „Literatura”, chociaż moim zdaniem, jest on integralną częścią pracy.

Układ pracy jest prawidłowy i spójny, poszczególne rozdziały występują we właściwej kolejności i posiadają komplementarne treści. Dorobek Doktoranta jest dobrze uwidoczniony. Są jasno przedstawione cele i zakres pracy, a wywody naukowe są prowadzone w sposób logiczny. Również duża liczba ilustracji i wykresów, ułatwia śledzenie jej treści i percepcję zgromadzonej wiedzy. Układ treści jest typowy dla pracy o charakterze badawczym.

Praca w dobrym stopniu spełnia kryteria poprawności językowej. Pojawiają się niekiedy jednak nieprecyzyjne określenia i zwroty, uchybienia stylistyczne, użycie formy osobowej, co nie jest przyjęte w pracach naukowych. Nie uniknięto też samogłosek na końcu wierszy i błędów interpunkcyjnych.

Powyższe uwagi nie umniejszają jednak wartości merytorycznych rozprawy i nie wpływają w istotny sposób na jej pozytywny odbiór. Mogę zatem uznać, iż Doktorant zaprezentował odpowiednie kompetencje metodologiczne do opracowywania sprawozdań z badań naukowych.

5. Wniosek końcowy

W wyniku analizy rozprawy doktorskiej mgr inż. Macieja Gniota pt. ***Wpływ parametrów dawkowania wymuszonego zawiesiny ścierniej na efekty docierania jednotarczowego powierzchni płaskich elementów ceramicznych***, stwierdzam, że:

- wybrał On temat rozprawy o dużym znaczeniu dla rozwoju naukowych podstaw procesów jednotarczowego docierania powierzchni płaskich,
- opracował teoretyczno-doświadczalne podstawy innowacyjnego systemu podawania zawiesiny ścierniej w tym procesie,
- wykazał się dużą wiedzą naukową i obiektywizmem w analizie i ocenie otrzymanych wyników.

Stwierdzam zatem, że rozprawa doktorska mgr inż. Macieja Gniota, spełnia wymagania stawiane w ustawie o stopniach i tytule naukowym. Wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

Janusz Plichta