

dr hab. inż. Ryszard Wójcik
Prof. Politechniki Łódzkiej
Wydział Mechaniczny
Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn

Łódź, 30.05.2016 r.

W P Ł Y N Ę Ł O

dnia 6.06.2016
WM/6/352/16

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr. inż. Jana Barana

pt.: „BADANIA PROCESU WYGLĄDZANIA POWIERZCHNI Z ZASTOSOWANIEM ELASTYCZNYCH JEDNOWARSTWOWYCH DYSKÓW ŚCIERNYCH”

Podstawą opracowania recenzji jest zlecenie Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej z dnia 29.04.2016 r., znak PK/WM/Dz/6/303/2016

1. Ocena doboru tematu pracy

Technologia obróbki narzędziami ściernymi nasypowymi jest bardzo intensywnie rozwijana. Właściwości skrawne dysków ściernych zależą najczęściej od rodzaju materiału ściernego i konstrukcji nasypu, który jest jednowarstwowy ciągły lub przerywany. Charakteryzują się one różną zdolnością skrawną, wynikającą z nierównomiernych kształtów i wymiarów ziaren, gęstością oraz niejednorodnością nasypu. Główną wadą tego rodzaju nasypów jest szybkie zużycie. Wpływa to na zmienną wydajność, chropowatość i inne parametry obróbki. Wprowadzane są modyfikacje w konstrukcji czynnej powierzchni polegającej na orientacji i specjalnym usytuowaniu ziaren i aglomeratu ściernego. Stąd tego typu narzędzia wykorzystuje się do obróbki dużych powierzchni płaskich, krzywoliniowych lub bardziej złożonych.

Temat recenzowanej rozprawy doktorskiej mgr. inż. Jana Barana wpisuje się bardzo dobrze w ten nowoczesny kierunek. Podjęte w rozprawie prace badawcze miały na celu określenie możliwości zastosowania wysokoobrotowych wrzecion z dwoma stopniami swobody oraz niezależnym napędem pneumatycznym każdej z głowic do operacji szlifiersko-polarskich. Proponowane rozwiązanie konstrukcyjne spełnia swoje zadanie podczas polerowania powierzchni prostoliniowych oraz powierzchni złożonych geometrycznie. Dobór jednowarstwowych elastycznych dysków zapewnia odpowiednie właściwości struktury geometrycznej powierzchni na materiałach o różnym składzie chemicznym i stopniu utwardzenia. Stwarza to dużą uniwersalność w obszarze elementów średnio i wielkogabarytowych z możliwością wykorzystania na obrabiarkach konwencjonalnych, CNC oraz z udziałem robotów przemysłowych. Dlatego też podjęta w rozprawie problematykę oceniam jako oryginalną i nowoczesną, a co również bardzo istotne, mającą znaczący aspekt użyteczny.

2. Ocena celu, hipotezy i zakresu pracy

Celem recenzowanej rozprawy jest opracowanie konstrukcji innowacyjnej głowicy szlifiersko-polerskiej z wysokoobrotowym wrzecionem napędowym z niezależnym napędem pneumatycznym. Wymaga to wyznaczenia charakterystyki technicznej wrzeciona i doboru jednowarstwowych dysków ściernych, pozwalających zrealizować proces wysokowydajnego wygładzania powierzchni płaskich o zmiennej krzywiznie, zewnętrznych i wewnętrznych. Badane materiały były w stanie nieutwardzonym i po obróbce cieplnej (stale stopowe) oraz brąz. Z tego względu zdefiniowany cel oceniam jako poprawny, chociaż brak informacji dlaczego wybrano takie materiały, co sprawia że nie ma wiedzy co kierowało doktorantem i czy dobór nie jest przypadkowy.

Hipoteza pracy jest w mojej ocenie poprawna, została sformułowana jako zdanie przypuszczające, o którego przyjęciu decydują analizy otrzymanych wyników, przegląd literatury, rozważania teoretyczne i badania. W przypadku recenzowanej pracy hipoteza jest długa, doktorant zawarł w niej; urządzenie z udziałem którego realizował badania, szczegółowy opis narzędzia i kształtu powierzchni. Efektem ma być zapewnienie powtarzalności struktury geometrycznej, w długich okresach czasu wygładzania.

Przyjęty zakres pracy został dobrany prawidłowo, uwzględniając zdefiniowany temat, cel i zakres ocenianej pracy doktorskiej w dalszym ciągu pozostawia obszar materiałów, brak informacji o sposobie przygotowania próbek do badań (obróbka cieplna), zwłaszcza doboru twardości materiałów. W tekście doktoratu nie spotkałem danych procesów obróbki cieplnej. Równie dobrze można było badać materiały innych gatunków posiadający taki sam stopień utwardzenia, wykorzystywanych w tłocznikach i formach wtryskowych, a także podczas procesów polerowania materiałów „kolorowych”.

3. Ocena merytoryczna pracy

Przedstawiona do recenzji praca doktorska obejmuje 136 stron druku podzielonego na 8 rozdziałów poprzedzonych wstępem, oddzielnego spisu oznaczeń (brak jednostek) oraz wykazu literatury liczącego 98 pozycji (wliczając strony internetowe). Do pracy dołączono 3 załączniki prezentujące charakterystyki struktury geometrycznej badanych materiałów, co rozszerzyło obszar informacji obejmujących zakres badań. Układ pracy oceniam pozytywnie.

Doktorant charakteryzuje procesy szlifowania i wygładzania powierzchni płaskich i złożonych geometrycznie. Podaje obszar, w których widzi zastosowania zaproponowanego rozwiązania konstrukcyjno-technologicznego. Wspomina o możliwości robotyzacji procesów szlifowania i wygładzania. Zdaniem recenzenta, ten kierunek jest bardzo rozwojowy, zwłaszcza w przypadku elementów o dużych wymiarach, dotyczyć to może również elementów siłowni wiatrowych, budowanych z różnych materiałów.

W rozdziale drugim przeprowadzona została analiza literatury dotycząca metod i narzędzi do wygładzania powierzchni o zmiennej krzywiznie, z zakresu:

- obróbki wygładzającej powierzchni o zmiennej krzywiznie, wielonarzędziową głowicą;
- narzędzi o elastycznej powierzchni czynnej;
- wykorzystania robota przemysłowego do omawianych rozwiązań;
- właściwości eksploatacyjnych jednowarstwowych dysków;
- modelowania procesu wygładzania powierzchni jednowarstwowymi narzędziami ściernymi.

Całość rozdziału zakończona jest wnioskami z analizy literatury które pozwoliły Doktorantowi na przedstawienie hipotezy, a w dalszej kolejności celu pracy i jej zakresu, co jest przedstawione w rozdziale trzecim.

Od rozdziału czwartego Doktorant prezentuje zagadnienia związane z opracowaniem założeń i budowy prototypu stanowiska badawczego. Rozdział obejmuje następujące etapy działań, takich jak:

- opracowanie konstrukcji wielonarzędziowej głowicy szlifiersko-polerskiej;
- rozwiązanie szybkoobrotowego wrzeciona głowicy;
- wykonanie prototypu wielowrzecionowej głowicy szlifiersko-polerskiej.

Oceniając tę część pracy należy zauważyć, że Doktorant wykorzystał dostępne źródła literaturowe oraz poprawnie się do nich odniósł. Można zatem stwierdzić, że analiza stanu wiedzy publikacji i techniki w zakresie wyznaczonym tematem jest mocną stroną ocenianej pracy. Całość rozdziału jest opracowana poprawnie poza drobnymi błędami edytorskimi i powtórzeniami w tekście.

Rozdział ten stanowi w strukturze pracy czytelne rozgraniczenie pomiędzy zagadnieniami opracowanymi na podstawie literatury, a częścią stanowiącą dorobek własny Doktoranta.

W dalszej części pracy, w rozdziale piątym, Autor zajął się zagadnieniami związanymi z wyznaczeniem charakterystyki technicznej oraz warunków pracy najważniejszego elementu badań jakim jest wrzeciono głowicy szlifiersko-polerskiej, a szczegółowej turbiny, podstawowego elementu który musi spełnić przyjęte założenia. Ten rozdział poświęcono pracą nad:

- projektem i charakterystyką techniczną turbiny do wrzeciona głowicy;
- badaniami rzeczywistej prędkości obrotowej wrzeciona;
- badaniem natężenia hałasu towarzyszącego pracy wrzeciona o napędzie pneumatycznym;
- wyznaczeniem sił nacisku wrzeciona głowicy;
- wyznaczeniem właściwego kąta położenia wrzeciona względem powierzchni obrabianej.

Rozdział piąty zamknięto wnioskami z tej części przeprowadzonych prac. Zdaniem recenzenta w rozdziale tym, zawarto wszystkie istotne informacje do realizacji zadania postawionego przez Doktoranta. Na szczególną uwagę zasługują działania w zakresie bezpieczeństwa pracy urządzenia, ekologiczną stroną zagadnienia, ponieważ sprężone powietrze nie należy do czynników zapewniający cichą pracę. W rozdziale tym Autor również nie ustrzegł się błędów. W natłoku wielu informacji zdarzają się przypadki braku ich powiązań, trzeba się domyślać, dla czytelnika stanowi to pewien problem. Do błędów należy

zaliczyć takie usterki jak np. podpisy pod rysunkami zachodzą na siebie (rys.63 i 66), mało czytelny jest rys.62, zwłaszcza wykres charakterystyki cechowania siłomierza. To niektóre z występujących w pracy błędów.

Rozdział szósty zawiera metodykę badań, szczegółowy opis stanowisk badawczych i pomiarowych, które wykorzystano do realizacji prac badawczych. Doktorant prezentuje analizę makro i mikrostruktury jednowarstwowych dysków ściernych.

Zajął się sprawą sił docisku w strefie wygładzania, poświęcił uwagę zagadnieniom struktury geometrycznej dysków ściernych. Celem było określenie charakterystyki technicznej dysku, który zapewniłby najlepsze efekty technologiczne oraz największą efektywność obróbki. Wytypowano kilka rozwiązań jednowarstwowych dysków ściernych wykonanych z różnych materiałów. Jako narzędzie ściernie zastosowano jednowarstwowe dyski z ziarnami Cubitron II™, Trizact™ oraz włókninę ścierną AMED™.

Kolejny siódmy rozdział dotyczy właściwych badań doświadczalnych procesu wygładzania powierzchni o zmiennej krzywiźnie. Do dalszego programu badawczego wybrano dyski ściernie z nasypem Trizact™. Jak wykazano, zapewniają one najniższą chropowatość wygładzanych powierzchni w odniesieniu do obrabianych materiałów. Celem badań właściwych, były analizy efektywności obróbki kształtowania struktury geometrycznej powierzchni obrabianej oraz proces zużycia czynnej powierzchni narzędzia. Pewne wątpliwości budzi sposób przygotowania powierzchni badanych próbek. Były one bardzo zróżnicowane pod względem SGP, charakteryzują się rozwiniętą strukturą geometryczną, która jest wynikiem śladów obróbkowych pozostawionych przez wierzchołek kulisty frezu. Do odpowiedniego ukształtowania warstwy wierzchniej Autor opracował program obróbki na obrabiarkę CNC. Doktorant starał się tak dobrać głębokość skrawania, aby pozostawić wyraźne nierówności powierzchniowe, które są charakterystyczne dla obróbki kształtowej. W ten sposób zdaniem Recenzenta stworzono ekstremalne warunki dla proponowanej obróbki ścierno-polerskiej. W rzeczywistości unikamy takich sytuacji w procesach obróbki zgrubej, kreując w miarę odpowiednio skonfigurowanym parametrem Ra po to, aby skrócić czas procesu polerowania. W rezultacie możliwe było ustalenie wpływu:

- warunków kształtowania SGP powierzchni dyskami ściernymi z nasypem Trizact™;
- wybranych parametrów szlifiersko-polerskich na rzeczywistą głębokość szlifowania;
- sposobu podawania sprężonego powietrza w omawiany obszar obróbki oraz chropowatość powierzchni obrobionej.

W części dotyczącej badań zasadniczych dokonano pogłębionej analizy wpływu stosowania dysków ściernych Trizact™ na wyniki wygładzania, przy zmiennych parametrach obróbki. Analizowano tutaj:

- wartości siły, ponieważ podczas procesu dogładzania wzrasta powierzchnia CPS;
- wartości parametru Ra opisującego chropowatość powierzchni obrobionej.

Na podkreślenie zasługuje szeroki zakres zrealizowanych badań doświadczalnych, świadczący o tym, że Doktorant dążył do osiągnięcia postawionego celu pracy w sposób rzetelny i obiektywny, poparty wielokryterialną analizą przebiegu i wyników badań procesu szlifowania. Podobnie jak we wcześniejszych rozdziałach Doktorant popełnił kilka błędów do których zaliczam:

- różne skale na wykresach, utrudniające wnioskowanie,

- w niektórych przypadkach mała czytelność wykresów,
- błędne oznaczenia parametrów SGP w układzie 2D i 3D, sędzę że Doktorant nie sprawdził ich zgodności z normą.

Szereg innych uwag, zostały przekazane doktorantowi drogą elektroniczną.

W rozdziale ósmym zamieszczono wnioski z pracy. Przedstawiono problematykę wygładzania powierzchni płaskich i o zmiennej krzywiznie, z zastosowaniem elastycznych dysków mocowanych na wysokoobrotowym wrzecionie z napędem pneumatycznym. Doktorant wykazał słuszność przyjętych rozwiązań kształtowych, natomiast dalej pozostaje dyskusyjny obszar dla przypadku zmienności krzywizny w układzie ciągłości kształtu, wypukły-wklęsły, a dotyczących dysków ściennych. Zaprezentował obszary dalszych badań czyli przyszłość dla Swoich prac badawczych.

4. Ocena poziomu naukowego pracy

Pod względem poziomu naukowego, pracę mgr. inż. Jana Barana oceniam pozytywnie, przede wszystkim ze względu na szeroki zakres analizowanych wyników badań. Jako najważniejsze osiągnięcia podane w pracy uważam:

- zaprojektowanie i wykonanie głowicy szlifiersko-polerskiej, podstawowy element stanowiska badawczego do realizacji badań;
- wyznaczenie charakterystyki technicznej warunków pracy wrzeciona głowicy szlifiersko-polerskiej, a głównie doboru kształtu samej turbiny, dobór prędkości obrotowej, wyznaczenie siły nacisku wrzeciona głowicy oraz jej kąta pochylenia względem powierzchni obrabianej;
- określenie natężenia hałasu towarzyszącego pracy wrzeciona o napędzie pneumatycznym, istotnego z uwagi na warunki BHP;
- określenie, na podstawie badań eksperymentalnych, wpływu wybranych parametrów kształtowania warstwy wierzchniej obrabianej powierzchni.

Wymienione osiągnięcia świadczą o dociekliwości naukowej Doktoranta, który starał się określić wszystkie aspekty związane ze Swoją pracą. Pewien niedostatek w tym zakresie stanowi, przedstawione wnioskowanie dotyczące uzyskanych wyników analiz literaturowych i doświadczeń. Autor analizując wykresy często ogranicza się do podania zauważonych różnic w uzyskanych wartościach, niedostatecznie wyjaśniając ich przyczyny lub niewłaściwie dobierając skale, co utrudnia zdaniem recenzenta proces wnioskowania. Pewną lukę stanowi brak przeprowadzenia badań dla powierzchni łączących krzywizny wklęsło-wypukłe. Jest to duże wyzwanie dla Doktoranta na przyszłość.

5. Ocena poziomu redakcyjnego pracy

Praca na ogół pisana jest poprawnym językiem technicznym, ale w tekście znaleźć można nieprawidłowe oznaczenia, określenia żargonowe, wiszące spójniki, nieprawidłową pisownię wyrazów, powtórzenia, literówki, nieprawidłowy podział na akapity i zdania oraz fragmenty pisane osobowo. Szczegółowy wykaz usterek redakcyjnych został przekazany

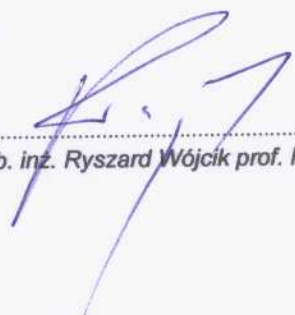
Autorowi, który zobowiązał się uwzględnić je przy opracowywaniu w przyszłości publikacji z zakresu rozprawy doktorskiej. Niedociągnięcia redakcyjne nie mają istotnego wpływu na jakość merytoryczną rozprawy, obniżają jednak jej ogólną cenę.

6. Wniosek końcowy

Po wnikliwej analizie przedłożonej rozprawy doktorskiej mgr. inż. Jana Barana, stwierdzam, że Autor:

- wybrał nowoczesną tematykę pracy, istotną w kontekście rozwoju procesów szlifiersko-polerskich;
- w oryginalny sposób rozwiązał postawiony problem naukowy dotyczący wpływu zastosowanego rozwiązania na wybrane właściwości struktury geometrycznej warstwy wierzchniej przedmiotów kształtowanych w procesie szlifiersko-polerskim;
- wykazał się umiejętnościami w zakresie planowania badań naukowych oraz obiektywnością naukową w ocenie uzyskanych wyników badań doświadczalnych;
- w prawidłowy i metodyczny sposób przeprowadził proces dowodzenia hipotezy rozprawy doktorskiej.

Pozwala to na stwierdzenie, że rozprawa doktorska będąca przedmiotem oceny spełnia wymagania stawiane w artykule 13. Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach w zakresie sztuki. Wnoszę zatem o dopuszczenie Doktoranta do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.


.....
dr hab. inż. Ryszard Wójcik prof. P Ł.