



POLITECHNIKA POZNAŃSKA
INSTYTUT TECHNOLOGII MECHANICZNEJ
ZAKŁAD PROJEKTOWANIA TECHNOLOGII

Prof. dr hab. inż. Stanisław LEGUTKO
prof. h. c.

ul. Piotrowo 3 60-965 Poznań
tel. (0-61) 665-25-77, fax (061) 665-22-00
e-mail: stanislaw.legutko@put.poznan.pl

Poznań, 25.05.2021r.

Recenzja nr 46/dr/SL

rozprawy doktorskiej mgra inż. Macieja GNIOTA pt. *Wpływ parametrów dawkowania wymuszonego zawiesiny ścierniej na efekty docierania jednotarczowego powierzchni płaskich elementów ceramicznych*

Podstawa opracowania recenzji: pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej w Gdańsku prof. dra hab. inż. Andrzeja Seweryna, nr 175/WM/2021 z dnia 27.04.2021 oraz stosowna umowa o dzieło.

1. Analiza rozprawy

Recenzowaną rozprawę doktorską, z naukowawczego punktu widzenia, można usytuować przede wszystkim w warstwie merytorycznej współczesnej technologii maszyn, w której wyróżnia się technologie objętościowe, ubytkowe, przyrostowe, ulepszające, łączące i miernicze. W analizowanym przypadku w ramach technologii ubytkowych wykończeniowych - w jej fragmentach dotyczących istoty procesu docierania, w szczególności wpływu wybranych czynników na ubytek docieranych elementów ceramicznych, ubytek docieraka oraz korelacji wybranych parametrów chropowatości powierzchni obrobionych elementów. Proponowane usytuowanie wynika z wyróżnienia we współczesnej technologii maszyn trzech warstw, a mianowicie: metodologicznej, metodycznej i merytorycznej. W warstwie metodologicznej aktualnie wykorzystywane procedury tworzenia metod projektowania technologii oraz procedury tworzenia metod wykonawstwa na poziomie warsztatu składają się na aktualny paradygmat tej sfery działalności ludzkiej. Warstwa metodyczna, według przyjętego przeze mnie rozróżnienia, obejmuje aktualne metody projektowania, pomiarów, mechanizacji, automatyzacji i robotyzacji wytwarzania, komputerowe wspomaganie projektowania i realizacji technologii, metody działania maszyn technologicznych itp. Jako warstwę merytoryczną rozumie się zaś, różnego rodzaju technologie w aspekcie ich fizycznej czy fizykalno – chemicznej istoty, przykłady czego już wymieniono na początku. Identyfikacja usytuowania niniejszej pracy na tym tle oraz zarysowanie głównych dróg rozwoju tego obszaru, w którym ona się mieści, pozwoli na osądzenie, czy Autor trafnie wybrał tematykę badawczą.

Współczesne tendencje rozwoju obróbki ubytkowej narzędziami o niezdefiniowanej geometrii ostrza wskazują, że przesuwają się obszar jej zastosowania w kierunku jeszcze większej, niż dotychczas, dokładności wymiarowo-kształtowej wyrobów i wysokiej jakości technologicznej warstwy wierzchniej oraz w związku z miniaturyzacją wyrobów – w kierunku mikro- i nanoobróbki. W pracach Naukowej Szkoły Obróbki Ściernej wymienia się docieranie, jako innowacyjny i przyszłościowy kierunek rozwoju technologii wykończeniowych. Z drugiej strony docieranie jest jednym z najstarszych sposobów obróbki ubytkowej i stanowi w dalszym ciągu jedną z kluczowych technologii obróbki wykończeniowej, która zapewnia uzyskanie gładkich powierzchni oraz małych odchylek pła-

skości, okrągłości i walcowości. Zakres stosowania tej gładkościowej obróbki ścierniej jest dość rozległy. Wykorzystywane jest do obróbki metali i ich stopów oraz między innymi węgla, grafitu, marmuru, granitu, ceramiki technicznej, szkła. Sposób ten stosuje się do ostatecznej obróbki narzędzi pomiarowych, płytek wzorcowych, płytek interferencyjnych, płyt traserskich, zaworów płytkowych, podkładek, kół zębatach, tarcz sprzęgłowych, ostrzy narzędzi skrawających, elementów używanych w elektronice oraz w optyce itp. Tak więc, poznanie i opisanie istoty zjawisk determinujących docieranie może dawać znakomitą perspektywę do świadomego sterowania nim, a także stwarzać potencjał praktycznego wykorzystania tej wiedzy na poziomie warsztatu.

Liczący się w polskiej akademickiej społeczności ośrodek gdański wnosi twórczy wkład, m. in. w rozwój tych warstw technologii maszyn, które określam, jako metodyczną i merytoryczną. Inicjatywy profesorów Mieczysława Felda, Włodzimierza Przybylskiego i Adama Barylskiego są z powodzeniem rozwijane przez ich uczniów i doskonale znane w środowisku zainteresowanych specjalistów. Profesor Adam Barylski stworzył jedyną w swoim wyrazie szkołę wykończeniowej obróbki ścierniej. Na przestrzeni lat wyraźnie widoczny jest jej rozwój owocujący coraz bardziej adekwatnym do rzeczywistości opisem rozpatrywanych zjawisk. Instrumentarium opisu jest coraz subtelniejsze. Idzie to w kierunku bardziej precyzyjnego opisu badanej rzeczywistości i zwiększenia mocy prognostycznej i aplikacyjnej. Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Macieja Gniota powstała, więc na starannie przygotowanej i w wysokiej kulturze utrzymywanej glebie wcześniejszego rozpoznania merytorycznego i metodycznego wydzielonego obszaru inżynierii maszyn.

Z drugiej strony, jeżeli zgodzić się ze stwierdzeniem, że wytwarzanie urządzeń i maszyn stanowi transformację kształtowo-wymiarową materiału, to tematyka niniejszej pracy wpisuje się w ogólny nurt wysiłków badawczych mających na celu racjonalizację procesów wytwarzania, w analizowanym przypadku w aspekcie produktywności i efektywności procesu docierania elementów ceramicznych i jakości powierzchni obrobionej.

Wymienione okoliczności poczytuję przeto, jako potwierdzenie **trafności i sensowności wyboru tematyki badawczej**. Uzasadnieniem wspomnianej trafności wyboru jest nie tylko sam fakt usytuowania pracy na szerszym tle ogólnonaukowych badań, ale również i to, że podejmowana w rozprawie doktorskiej tematyka szczegółowa rokuje nadzieje poznawcze, a także, co też ma szczególne znaczenie w kontekście rozpatrywanej tematyki, nadzieję na uzyskanie walorów użytkowych.

Strukturę rozprawy stanowi osiem ponumerowanych rozdziałów, wykaz ważniejszych oznaczeń, wykaz literatury, wykaz rysunków, wykaz tabel oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Ogólnie rzecz biorąc, jest to spójna tematycznie praca, jej układ zaś jest prawidłowy - typowy dla prac analityczno-eksperymentalnych. **Tytuł dysertacji** jest zgodny z jej treścią.

Fundamentem intelektualnej konstrukcji budowanej przez Autora są przypuszczenia oznaczone jako **hipotezy**. Przedstawione hipotezy nie mają charakteru trywialnego, są dobrze ugruntowane w dotychczasowym stanie wiedzy, choć co do sformułowania hipotezy nr 2 proponowałbym następującą wersję: „Opracowany model matematyczny pozwoli na optymalizację procesu docierania”. Moim zdaniem w wersji przyjętej przez Autora, kryły się dwa przypuszczenia. Pierwsze, że istnieje możliwość opracowania modelu matematycznego, a drugie, że opracowany model matematyczny umożliwi optymalizację procesu docierania. Jeżeli jakieś zjawiska, czy procesy można opisać ilościowo, to moim zdaniem, zawsze można zbudować model matematyczny.

Główny cel pracy Doktorant opisuje, jako określenie wpływu parametrów dawkowania wymuszonego zawiesiny ścierniej, to jest zawartości procentowej ziaren ściernych K , dawki zawiesiny ścierniej V_s , i lepkości nośnika zawiesiny L_e , na efekty docierania jednotarczowego powierzchni płaskich wykonanych z ceramiki technicznej Al_2O_3 . Stwierdzając jednocześnie, że zastosowanie wymuszonego systemu przygotowania, dozowania i nanoszenia pozwoli na znaczące zmniejszenie zużycia zawiesiny ścierniej w porównaniu z konwencjonalnym systemem dawkowania. W dalszej części

rozprawy (str. 75) Autor podaje, że celem zasadniczych badań własnych jest też osiągnięcie maksymalnego ubytku docieranych elementów. **Zakres pracy** przedstawiony jest na stronie 49 w sposób wyczerpujący.

Wstęp, jako tekst pierwszego rozdziału pracy zapoznającego czytelnika z badanym zagadnieniem napisany jest lakonicznie, lecz przekonująco.

Szczegółowa i dogłębna **analiza piśmiennictwa** z zakresu podjętej tematyki została przedstawiona w rozdziale drugim. Autor charakteryzuje standardowy układ wykonawczy docierarki jednotarczowej analizując zagadnienia szczegółowe, takie jak: kinematyka docierania powierzchni płaskich, prędkość i przyspieszenie w układzie wykonawczym, przegląd docierarek jednotarczowych i sposoby dawkovania zawiesiny ścierniej. Następnie opisuje wpływ dawkovania zawiesiny ścierniej na przebieg docierania i jego efekty, dochodząc do określenia luki badawczej. Dalej bardzo szczegółowo przedstawia zasady planowania badań doświadczalnych. Można odnieść wrażenie, że Doktorant trochę zbyt obszernie analizuje te kwestie, ale moim zdaniem na poziomie doktoratu dogłębne zaznajomienie się z tą problematyką jest konieczne dla badacza eksperymentatora. Widać więc, że Doktorant docenia wagę zastosowania planowania badań doświadczalnych, aby w sposób racjonalny wykonać badania własne. Bardzo rzeczowo sformułowane wnioski z analizy literatury stanowiące syntetyczne ujęcie state of the art i będące jednocześnie wskazaniem kierunków badań własnych Doktoranta zamieszczone są na końcu tego rozdziału. Dobór rozpatrywanych zagadnień jest prawidłowy i moim zdaniem, pozwala na rekonstrukcję dotychczasowego stanu wiedzy oraz stanowi solidną podstawę do sformułowania hipotez rozprawy, a także do określenia wspomnianego już celu pracy, obszaru oraz metodyki badań własnych Autora. Wachlarz prac analizowanych przez Doktoranta jest stosunkowo obszerny. Potrafi On umiejętnie zsyntetyzować przedstawiane informacje.

W lapidarnie ujętych rozdziałach trzecim i czwartym Autor przedstawia **cele, hipotezy i zakres rozprawy**.

Układ tej części rozprawy pracy oceniam jako logiczny, choć mam pewne sugestie, zapytania i uwagi szczegółowe:

- 1) rys. 1.3 – a może by dodać jeszcze ścierność jako cechę docieraka?
- 2) rys. 1.3 i rys. 1.4 – jaka jest różnica między rodzajem materiału i jego gatunkiem?
- 3) rys. 1.5 – jak należy rozumieć pojęcie zdolność ścierna i jak to się mierzy?
- 4) str.25 – w Wykazie ważniejszych oznaczeń s oznaczone jest jako błąd standardowy regresji, tu natomiast w równaniu (2.20) występuje na oznaczenie drogi, bez żadnego objaśnienia;
- 5) rys. 2.12 i 2.13 – czy podpisy pod rysunkami nie powinny być zamienione miejscami?

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 5, 6 i 7.

W rozdziale piątym, mającym na celu przygotowanie badań eksperymentalnych, przedstawiony został konwencjonalny system dozowania zawiesiny ścierniej oraz dwie koncepcje stanowiska badawczego z wymuszonym dozowaniem zawiesiny ścierniej. Przedstawiono wyniki badań wstępnych na tychże stanowiskach zaprojektowanych i wykonanych przez Doktoranta. Następnie scharakteryzowano docierane próbki, opisano sposób przygotowania zawiesiny ścierniej i sposób oczyszczania powierzchni próbek po docieraniu, przedstawiono metody badań i aparaturę oraz metodykę planowania doświadczeń. Rozdział szósty poświęcony został prezentacji zasadniczych badań eksperymentalnych docierania elementów ceramicznych z zastosowaniem wymuszonego dawkovania zawiesiny ścierniej. Autor przedstawił ogólny program badań, wyniki badań wpływu warunków dawkovania zawiesiny ścierniej na ubytek liniowy docieranych elementów, wyniki badań chropowatości powierzchni po docieraniu z uwzględnieniem badań wpływu warunków dawkovania zawiesiny ścierniej na korelacje podstawowych parametrów struktury geometrycznej powierzchni po docie-

raniu. W rozdziale siódmym Doktorant przedstawił wyniki tzw. badań uzupełniających. Dotyczyły one identyfikacji kilku rodzajów zależności, a mianowicie wpływu: lepkości mieszaniny składników płynnych w zawieszynie ścierniej na kinematykę docierania, rozmieszczenia elementów docieranych w separatorze na kinematykę docierania, prędkości obrotowej docieraka i separatora na kinematykę docierania, rozmieszczenia losowego elementów docieranych w separatorze na kinematykę docierania, podstawowych warunków dawkowania wymuszonego zawiesziny ścierniej na ubytek masowy docieranych elementów ceramicznych oraz sposobu dawkowania na zużycie zawiesziny ścierniej.

Moje sugestie, zapytania i uwagi do tych części pracy są następujące:

- 1) rys. 5.24 – 5.29 – moim zdaniem lepiej byłoby zamieścić zdjęcia rzeczywistej aparatury, na której Autor wykonywał badania;
- 2) tabela 5.10 – maksymalny pobór mocy podano w mA;
- 3) str. 84 – jak określano pole powierzchni „plamy” – pkt. 9 w tabeli 6.2;
- 4) str.87 – dwie przedstawione tam tabele mają ten sam numer;
- 5) tabela 6.8 nie jest skomentowana;
- 6) str. 91 – 94 – proszę o wyjaśnienie wprowadzonego tam pojęcia funkcja użyteczności;
- 7) str. 95 – moim zdaniem parametr R_v , jako jeden z trzech ważnych parametrów chropowatości powierzchni uwzględnianych przez Doktoranta, mógłby być zamieszczony w spisie ważniejszych oznaczeń, podobnie jak to jest zrobione w odniesieniu do innych parametrów chropowatości powierzchni;
- 8) tabele 6.11, 6.18 i 6.22 nie są powołane w tekście pracy;
- 9) tabela 7.1 – jak mierzono prędkość separatora n_s ?
- 10) tabela 7.25 – pomyłka w czwartym wierszu;
- 11) str. 168, 11g – jak należy rozumieć sformułowanie „korzystna intensywność zużycia”?
- 12) str. 183, 4g – czy tu nie powinno być: ubytek masowy zamiast liniowego?

Na podstawie dotąd przeprowadzonej analizy można podjąć próbę rekonstrukcji **osiągnięcia naukowego rozprawy**. Jako elementy tego osiągnięcia widocznie odróżniające je od aktualnego stanu wiedzy w rozpatrywanej problematyce oraz świadczące o oryginalności rozprawy uważam:

1. Zaprojektowanie i wykonanie oryginalnego układu do wymuszonego podawania zawiesziny ścierniej w strefę obróbki.
2. Wykazanie, że zaprojektowany przez Doktoranta system wymuszonego mieszania, dozowania i nanoszenia zawiesziny ścierniej w strefę obróbki pozwala na uzyskanie wymaganych efektów docierania elementów ceramicznych Al_2O_3 , przy znacząco mniejszym wydatku zawiesziny ścierniej w porównaniu z konwencjonalnym systemem dozowania.
3. Opracowanie modelu matematycznego wpływu badanych parametrów dawkowania wymuszonego, to jest zawartości procentowej ziaren ściernych K , dawki zawiesziny ścierniej V_s , i lepkości nośnika zawiesziny L_e na ubytek docieranych elementów.
4. Określenie funkcji wpływu badanych parametrów dawkowania na wybrane parametry chropowatości powierzchni R_v , R_p , R_z .
5. Przeprowadzenie analizy wpływu warunków wymuszonego dawkowania zawiesziny ścierniej na korelacje czterech grup podstawowych parametrów chropowatości powierzchni po docieraniu ceramiki Al_2O_3 .
6. Opracowanie kilku specjalnych programów symulacyjnych stosowanych w badaniach uzupełniających.
7. Określenie wpływu czynników kinematycznych i technologicznych na przebieg i wyniki docierania jednotarczowego powierzchni płaskich, a w szczególności rozmieszczenia elementów docieranych w separatorze i lepkości mieszaniny składników płynnych w zawieszynie ścierniej na kinematykę docierania, prędkości obrotowej docieraka i separatora na progno-

zowane zużycie powierzchni roboczej tarczy docierającej oraz warunków dawkowania wymuszonego zawiesiny ścierniej na ubytek masowy obrabianych elementów ceramicznych.

Autor zastosował w swojej pracy adekwatną do potrzeb aparaturę badawczą. Program badań doświadczalnych jest wystarczająco obszerny. Doktorant zastosował także odpowiedni do założonych celów aparat metodyczny.

W rozdziale ósmym zatytułowanym *Podsumowanie i wnioski końcowe* Doktorant przedstawił w sposób syntetyczny najważniejsze swoje osiągnięcia, stwierdzając, że postawione hipotezy zostały zweryfikowane pozytywnie. Wyszczególnił ponadto wnioski o charakterze poznawczym, utylitar-nym oraz zaproponował kierunki dalszych badań.

Co do całości tekstu nasuwa mi się jeszcze jedna uwaga oraz sugestie:

- 1) brak wyraźnego sformułowania problemu naukowego pracy;
- 2) zdarza się niewłaściwe używanie niektórych słów, np.: „wykańczającej”, gdy lepiej byłoby „wykończeniowej”, np. na str. 15, 21; „przy pomocy” zamiast „za pomocą”, np. na str. 21, 32, 169; „wielkość” zamiast „wartość”, np. na str. 176.

Bibliografia zamieszczona w końcowej części pracy zawiera 109 pozycji, w tym 4 pozycje z udziałem Autora ważne dla tematu pracy. Pozycja 7 jest niekompletna. Mgr inż. Maciej Gniot analizuje i cytuje literaturę najnowszą, a także klasyczne dzieła o nieco starszym rodowodzie.

2. Ocena rozprawy

Przedstawiona analiza rozprawy zawiera wystarczające, moim zdaniem przesłanki do sformułowania oceny. Treść rozprawy jest zgodna z tematem zaakceptowanym przez Radę Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej w Gdańsku. Podjęty temat jest ważny zarówno z poznawczych, jak i praktycznych względów i opracowany został bardzo obszernie i wyczerpująco. Mgr inż. Maciej Gniot prawidłowo zidentyfikował niszę badawczą. Cele badań podjętych przez Doktoranta uważam jako ambitne. Jest to solidna praca badawcza dotycząca sensownego zagadnienia. Sformułowane w niniejszej recenzji uwagi nie umniejszają wartości materiału dowodowego pracy, w większości albowiem odnoszą się do sposobu prezentacji uzyskanych wyników. Nie mogą, więc stanowić podstawy do kwestionowania wartości pracy.

Praca wykonana jest w ośrodku o długoletnich tradycjach badawczych i dużym potencjale oraz zgromadzonej wiedzy. Bazą dla niniejszej rozprawy są liczne prace badawcze wykonane wcześniej, w tym również z udziałem Autora. Na podstawie niniejszej pracy uważam Doktoranta za bardzo doświadczonego eksperymentatora.

Pod względem metodycznym rozprawa jest poprawna. Literatura specjalistyczna została do-brana trafnie. Układ rozprawy i podział treści między poszczególne rozdziały jest logiczny. Klarow-ności tekstu sprzyjają podsumowania umieszczane na końcu podrozdziałów, w których referowane są wyniki badań. Zbiór pojęciowy, jakim posługuje się Autor, jest poprawny. Strona ilustracyjna pracy nie budzi zastrzeżeń, redakcja rozprawy wykazuje zaś drobne niedociągnięcia. W dostarczo-nym do recenzji egzemplarzu stwierdziłem nieco błędów korektorskich, interpunkcyjnych i drob-nych nieścisłości. Zazaczyłem to w tekście, niektóre z nich przedstawiłem powyżej. Z drugiej stro-ny należy podkreślić bardzo klarowne przedstawienie wyników badań wraz z ich obróbką staty-styczną w tabelach 5.3 – 5.6 oraz wzorcowe scharakteryzowanie metodyki planowania doświad-czeń i statystycznego opracowania ich wyników. Poza tym na podkreślenie zasługuje również opra-cowanie koncepcji, zbudowanie prototypu stanowiska badawczego i jego modyfikacja, czego dal-szym ciągiem może być przemysłowe wdrożenie.

Godna pochwały jest pracowitość Doktoranta owocująca wartościową pracą wykazującą walory poznawcze i utylitarne. Autor rozprawy wykonał bardzo szczegółowe i pracochłonne badania, mię-dzy innymi z zastosowaniem bardzo klarownej koncepcji badań symulacyjnych i oryginalnego sta-

nowiska do badań eksperymentalnych. Esencjonalne, klarowne i skondensowane przedstawienie wyników badań własnych poczytuję także jako walor tego tekstu pozwalający zainteresowanemu czytelnikowi na uzyskanie oglądu całości bez specjalnego trudu.

Warunkiem dysertabilności rozprawy doktorskiej jest jej związek z problemem metodologicznym, metodycznym lub poznawczym bezpośrednio lub pośrednio wpływającym na stan wiedzy. W przypadku recenzowanej rozprawy warunek ten jest spełniony pod względem drugiego i trzeciego 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.

Na podstawie analizy rozprawy oraz bibliografii dorobku Autora można stwierdzić, że jest On przygotowany do prowadzenia samodzielnej pracy naukowej. Doktorant wydatnie poszerzył swoją wiedzę w obszarze inżynierii powierzchni, a w szczególności w zakresie technologii docierania.

Podsumowując moją ocenę stwierdzam, że rozprawa:

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

3. Wniosek końcowy

Uważam, że recenzowana rozprawa doktorska opracowana została w sposób merytorycznie bardzo dobry. Jest oryginalnym osiągnięciem mgra inż. Macieja Gniota i stanowi istotny wkład w rozwój technologii docierania powierzchni płaskich. Z tego względu wnioskuję o wyróżnienie recenzowanej pracy.

W świetle dokonanej analizy i sformułowanych ocen stwierdzam, że rozprawa mgra inż. Macieja Gniota pt. *Wpływ parametrów dawkowania wymuszonego zawiesiny ścierniej na efekty docierania jednotarczowego powierzchni płaskich elementów ceramicznych* spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące w tym względzie aktualne przepisy ((Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789); rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 poz. 261); ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668)) oraz tradycję akademicką i może stanowić podstawę do nadania jej Autorowi stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria mechaniczna. Może być, przeto dopuszczona do publicznej obrony.

