



POLITECHNIKA POZNAŃSKA
INSTYTUT TECHNOLOGII MECHANICZNEJ
ZAKŁAD PROJEKTOWANIA TECHNOLOGII

Prof. dr hab. inż. Stanisław LEGUTKO
profesor zwyczajny, 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, 11.01.2019r.

Recenzja nr 40/dr/SL

rozprawy doktorskiej mgra inż. Norberta PIOTROWSKIEGO pt. *Analiza układów kinematycznych docierania powierzchni płaskich w aspekcie równomierności zużycia tarczy docierającej*

Podstawa opracowania recenzji: pismo Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej w Gdańsku prof. dra hab. inż. Dariusza Mikieliewicza, prof. zw. PG, nr 238/WM/2018 z dnia 15.11.2018 oraz stosowna umowa o dzieło.

1. Analiza rozprawy

Współczesną technologię maszyn można scharakteryzować wyróżniając trzy jej warstwy: metodologiczną, metodyczną oraz merytoryczną. 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 rozumiem różnego rodzaju technologie w aspekcie ich fizycznej czy fizykalno – chemicznej istoty, wyróżniane m. in. przez Jana Kaczmarskiego jako części składowe technologii maszyn, a więc: technologie objętościowe, ubytkowe, przyrostowe, ulepszające, łączące i miernicze. Rozwój dokonujący się w warstwie merytorycznej owocujący nowymi niekonwencjonalnymi dotąd sposobami wytwarzania inicjuje postęp w warstwie metodycznej. Z drugiej strony również i w tej warstwie odnotowywany jest niebywały rozwój uwarunkowany, dzisiaj w szczególności i przede wszystkim, postępem w zakresie komputerowego wspomagania. Zmiany nagromadzone w warstwach metodycznej i merytorycznej prowadzą do zmiany w warstwie metamedy, a więc do tworzenia się nowego paradygmatu – kształtuje się więc nowe oblicze technologii maszyn.

Recenzowaną rozprawę doktorską, z naukowego punktu widzenia, można usytuować przede wszystkim w warstwie merytorycznej współczesnej technologii maszyn. W analizowanym przypadku w ramach technologii ubytkowych wykończeniowych - w jej fragmentach określanych jako konstytuowanie warstwy wierzchniej w funkcji żądanych cech warstwy wierzchniej, co determinuje właściwości użytkowe. 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 obszary 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 pra-

cach 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 odchyłek płaskości, okrągłości i walcowości. Zakres stosowania tej gładkościowej obróbki ściernej 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 ściernej. 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. Recenzowana rozprawa doktorska mgra inż. Norberta Piotrowskiego 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 zużycia narzędzia ściernego, dokładności wymiarowo kształtowej 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 dziewięć ponumerowanych rozdziałów, wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów, wykaz literatury, wykaz rysunków, wykaz tabel, załączniki oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Autor mylnie używa słowa „skrót”, podczas gdy powinno być użyte słowo „akronim” lub, co spotyka się rzadziej, „skrótowiec”. Niestety, skrótowiec dość powszechnie bywa mylony ze skrótem. 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 jest przypuszczenie oznaczone jako **teza**. Przedstawiona teza nie ma charakteru trywialnego, jest dobrze ugruntowana w dotychczasowym stanie wiedzy i do jej sformułowania nie mam zastrzeżeń.

Na podstawie założonej tezy Doktorant określa **główny cel pracy**, jako opracowanie niekonwencjonalnego układu docierania jednotarczowego, w którym pierścień prowadzący wykonuje ruch uzupełniający podczas obróbki, co powinno zapewnić bardziej równomierne zużycie tarczy docierającej. Realizację tak sformułowanego zasadniczego celu pracy Autor widzi, jako wynik osiągnięcia celów cząstkowych w postaci czterech celów naukowych, celu użytkowego oraz tzw. celu

pobocznego w formie koncepcji zrobotyzowanego stanowiska do docierania jednotarczowego. Wymienione cele wyeksplikowane na stronie 37 są podane jasno. **Zakres pracy** przedstawiony jest także oraz na stronie 38 w sposób wyczerpujący.

Wprowadzenie, jako tekst pierwszego rozdziału pracy zapoznającego czytelnika z badanym zagadnieniem napisane jest lakonicznie, lecz przekonująco i co do jego treści nie zgłaszam zastrzeżeń.

Szczegółowa i dogłębna **analiza piśmiennictwa** z zakresu podjętej tematyki została przedstawiona w rozdziale drugim. Zaprezentowana jest stosunkowo obszerna charakterystyka mechanizmu docierania, elementów i parametrów docierania jednotarczowego. Doktorant analizuje kinematykę docierania jednotarczowego i stan badań zużycia tarczy docierającej. Następnie dokonuje przeglądu aktualnie produkowanych docierarek jednotarczowych. Bardzo rzeczowo sformułowane wnioski z analizy literatury stanowiące syntetyczne ujęcie state of the art 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 tezy pracy, a także do określenia wspomnianych już celów pracy, obszaru oraz metodyki badań własnych Autora. Wachlarz prac analizowanych przez Doktoranta jest stosunkowo obszerny. Potrafi On umiejętnie zsyntetyzować przedstawiane informacje.

W lapidarnie ujętym rozdziale trzecim Autor przedstawia tezę, cele i zakres pracy.

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

- 1) zamiast *wielkość ziaren*, może lepiej byłoby *wymiary ziaren*;
- 2) tabele 2.1 i 2.2 - brak źródeł;
- 3) w podrozdziale 2.3 brak źródeł dotyczących przedstawianych rysunków i przytaczanych zależności;
- 4) str. 25, wiersz 12g – jest *siła docisku p* zamiast *nacisk jednostkowy p*;
- 5) rys. 2.8 oraz tabela 2.3 – brak źródła;
- 6) str. 35, wiersz 3g – zamiast *wykańczającej* powinno być *wykończeniowej*.

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 4, 5, 6, 7 i 8.

W rozdziale czwartym, w mojej ocenie o charakterze metodycznym, przedstawiony został opracowany przez Autora model docierania jednotarczowego, w tym model graficzny, interfejs, opis działania aplikacji oraz model zużycia tarczy docierającej. Rozdział piąty poświęcony został analizie układu kinematycznego docierania jednotarczowego. W rozdziale szóstym Doktorant przedstawił trzy koncepcje niekonwencjonalnych układów kinematycznych docierania jednotarczowego i porównał je z układem standardowym. W odniesieniu do każdej z koncepcji przedstawiony został schemat kinematyczny układu, kształty trajektorii ziaren ściernych, rozkład prędkości pierścienia prowadzącego, wykres równomierności zużycia oraz wykresy obrazujące zużycie. W rozdziale siódmym następuje opis koncepcji zrobotyzowanego systemu docierania jednotarczowego. Rozdział ósmy poświęcony został zreferowaniu eksperymentalnych badań własnych. Doktorant opisał stanowisko badawcze, przedstawił plan badań, aparaturę pomiarową, a następnie wyniki badań zużycia czynnej powierzchni tarczy docierającej oraz wybranych parametrów charakterystyki powierzchni obrobionej wraz z ich analizą.

Moje uwagi i sugestie do tych części pracy są następujące:

- 1) str. 45, wiersz 12g – zamiast *wielkość zużycia* lepiej byłoby *wartość zużycia* lub po prostu *zużycie*; zużycie albowiem jest wielkością, wielkość zaś jest to właściwość materii lub zjawiska, którą można określić ilościowo, czyli zmierzyć;
- 2) str. 52 – występuje tzw. tekst wiszący;

- 3) tabela 5.1 nie jest powołana w tekście;
- 4) str.78, wiersz 6 – podane współrzędne punktów A i B wydają się nie być takie, jak to zaznaczono na rys. 6.11; analogicznie – str. 84, wiersz 5 i 6 oraz rys. 6.19;
- 5) wyjaśnienia wymaga ostatnie zdanie na str. 79;
- 6) podrozdział 7.2 – Autor używa zamiennie pojęć manipulator i robot;
- 7) str. 100, wiersz 9g – zamiast *ciężarem* powinno być *masą*;
- 8) str. 105 – w tekście są pomyłki, co do numeracji rysunków – jest od 8.9 do 8.15, a powinno być od 8.8 do 8.11; wynika to, jak sądzę z połączenia dwóch rysunków w jeden dla każdego cyklu badań.

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. Przedstawienie modelu docierania jednotarczowego łącznie z symulacją kinematyki układu wykonawczego oraz z koncepcją symulacji równomierności zużycia tarczy docierającej na bazie własnej aplikacji komputerowej.
2. Opracowanie trzech niekonwencjonalnych koncepcji kinematyki układu wykonawczego docierania jednotarczowego i przedstawienie ich szczegółowej analizy.
3. Opracowanie metodyki optymalizacji doboru parametrów kinematycznych docierania jednotarczowego z przyjętym kryterium równomierności zużycia narzędzia.
4. Przedstawienie koncepcji zrobotyzowanego stanowiska do docierania jednotarczowego.

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 dziewiątym zatytułowanym *Podsumowanie* Doktorant przedstawił w sposób syntetyczny najważniejsze swoje osiągnięcia, stwierdzając, że postawiona teza pracy została zweryfikowana pozytywnie. Wyszczególnił ponadto wnioski o charakterze poznawczym, użytecznym oraz proponował kierunki dalszych badań.

Co do całości tekstu nasuwają mi się jeszcze następujące uwagi i sugestie:

- 1) schemat blokowy realizacji całości pracy doktorskiej zwiększyłby komunikatywność przedstawionego tekstu, choć muszę podkreślić, że praca jest napisana klarownie;
- 2) brak wyraźnego sformułowania problemu naukowego pracy;
- 3) zdarza się niewłaściwe używanie niektórych słów, np.: „niski”, gdy lepiej byłoby „mały”, np. na str. 11, 19; „wysoki” zamiast „duży”, np. na str. 11, 45; „wyższy”, gdy lepiej byłoby „większy”, np. na str. 73, 88, 94, 115, 117; „wielkość” zamiast „wartość”, np. na str. 52, 79, 102; „wielkość”, gdy lepiej byłoby „wymiały”, np. na str. 18, 30, 118; „ilość”, gdy lepiej byłoby „liczba”, np. na str. 44, 48, 49.

Bibliografia zamieszczona w końcowej części pracy zawiera 113 pozycji, w tym 7 pozycji z udziałem Autora ważnych dla tematu pracy. Pozycja 61 podana jest drugi raz jako pozycja 74. W czterech pozycjach występują braki dotyczące danych bibliograficznych. Mgr inż. Norbert Piotrowski analizuje i cytuję 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 obszernie i wyczerpująco. Mgr inż. Norbert Piotrowski prawidłowo zidentyfikował niszę badawczą. Cele badań podjętych przez Doktoranta uwa-

żam 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 dobrana trafnie. Układ rozprawy i podział treści między poszczególne rozdziały jest logiczny, choć moim zdaniem, można by go nieco zmodyfikować wykorzystując sugestie podane przeze mnie wcześniej. Zbiór pojęciowy, jakim posługuje się Autor, z wyjątkiem wskazanych przeze mnie przypadków, jest poprawny. Strona ilustracyjna pracy nie budzi zastrzeżeń, redakcja rozprawy zaś wykazuje drobne niedociągnięcia. W dostarczonym do recenzji egzemplarzu stwierdziłem nieco błędów stylistycznych, korektorskich, interpunkcyjnych i drobnych nieścisłości. Zaznaczyłem to w tekście, niektóre z nich przedstawiłem powyżej.

Godna pochwały jest pracowitość Doktoranta owocująca wartościową pracą wykazującą walory poznawcze i utylitarne. Autor rozprawy wykonał bardzo szczegółowe i pracochłonne badania, między innymi z zastosowaniem bardzo klarownej koncepcji badań symulacyjnych i oryginalnego stanowiska 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. Norberta Piotrowskiego 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. Norberta Piotrowskiego pt. *Analiza układów kinematycznych docierania powierzchni płaskich w aspekcie równomierności zużycia tarczy docierającej* 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); art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669)) oraz tradycję akademicką i może stanowić podstawę do nadania jej Autorowi stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn. Może być, przeto dopuszczona do publicznej obrony.

