



Recenzja publiczna

rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa SMAKA pt.

„Badania procesu skrawania osiowo – symetrycznych cienkościennych części silników lotniczych o dużej smukłości wykonywanych z materiału trudno skrawalnego”

Podstawą opracowania recenzji jest pismo o numerze DIM.075.289.2025 Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej dr hab. inż. Bartosza Gapińskiego z dnia 4 grudnia 2025 roku.

1 Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Praca doktorska koncentruje się na analizie zależności pomiędzy parametrami technologicznymi procesu skrawania oraz warunkami jego realizacji a dokładnością wykonania i wybranymi właściwościami warstwy wierzchniej powierzchni obrabianej. Przedmiotem badań były wewnętrzne powierzchnie osiowo-symetrycznych elementów cienkościennych o dużej smukłości, wytwarzanych z materiału trudno skrawalnego. Szczególną uwagę poświęcono elementom stosowanym w silnikach lotniczych, wykonanym ze stopu Inconel 718.

Recenzowana dysertacja dotyczy zidentyfikowanej luki badawczej dotyczącej braku jednoznacznych danych określających wpływ wysięgu narzędzia skrawającego oraz ciśnienia cieczy chłodząco-smarującej na efekty technologiczne wykończeniowej obróbki skrawaniem, realizowanej metodą toczenia wewnętrznego cienkościennych komponentów lotniczych. Wypełnienie tej luki stanowiło zasadniczy cel podjętych badań. Praca ma charakter wdrożeniowy, jest metodycznym studium przypadku i ma na celu zidentyfikowanie i opracowanie rozwiązań zwiększających dokładność wykonania części lotniczych. Praktyczne wdrożenie opracowanego rozwiązania technologicznego do procesu produkcyjnego pozwoliło na usprawnienie i racjonalizację technologii wytwarzania analizowanego komponentu, zwłaszcza w zakresie zapewnienia wymaganej jakości. W ramach wdrożenia wykonano elementy spełniające założone kryteria, w tym tolerancję średnicy otworu wału oraz wymagania

dotyczące chropowatości powierzchni określanej parametrem Ra . Ostatecznie opracowane rozwiązanie zostało wdrożone. Recenzowana praca to metodyczny, uporządkowany sposób postępowania, który charakteryzuje się pewnym sformalizowaniem i konsekwencją w działaniu, stopniowe zdobywanie doświadczenia oraz minimalizacja intuicji.

W tym kontekście Doktorant podjął się niewątpliwie ważnego przemysłowo zadania jakim są badania jakości wykonania części lotniczych. Doktorant przedstawił analizy oparte na studium przypadku, natomiast działania w rzeczywistych warunkach charakteryzują się dużymi możliwościami, jednocześnie stawia to przed nami szereg ograniczeń. Recenzowana dysertacja, w której Autor przedstawił własne, autorskie badania i analizy pomiarów mieszczą się w zasadniczym nurcie współczesnych kierunków interdyscyplinarnych badań inżynierskich z obszaru inżynierii mechanicznej. Liczący się w Polsce i na świecie ośrodek Politechniki Poznańskiej wnosi twórczy i widoczny wkład, m. in. w rozwój nauk technicznych ze szczególnym uwzględnieniem inżynierii mechanicznej. Inicjatywy i prace naukowe profesorów Politechniki Poznańskiej są z powodzeniem rozwijane przez ich uczniów i są doskonale znane w środowisku zainteresowanych specjalistów. Recenzowana rozprawa doktorska mgra inż. Krzysztofa Smaka powstała więc na starannie przygotowanym i w wysokiej kulturze utrzymywanym gruncie wcześniejszego rozpoznania merytorycznego i metodycznego wydzielonego obszaru nauk technicznych. Doktorant w swojej rozprawie doktorskiej zajął się przede wszystkim trudną tematyką wdrożeniową. Autor przedstawił wiele analiz oraz kompleksowo opracował poszczególne elementy składowe całego projektu wdrożeniowego wykorzystując do tego nowoczesną aparaturę pomiarową.

Wymienione wyżej okoliczności potwierdzają trafność i sensowność wyboru tematyki badawczej. Uzasadnieniem wspomnianej trafności wyboru jest nie tylko sam fakt usytuowania pracy na szerszym tle ogólnoswiatowych badań naukowych, ale również to, że podejmowana w rozprawie doktorskiej tematyka charakteryzuje się niewątpliwie użytecznym charakterem.

Strukturę rozprawy stanowi spis treści, osiem numerowanych rozdziałów, w tym cel i tezy badawcze pracy, zakres i warunki przeprowadzanych badań, wprowadzenie wraz z analizą stanu wiedzy, metodyka badawcza i analiza wyników badań, oraz prezentacja wdrożenia i wnioski końcowe. Układ pracy jest odpowiedni natomiast zbyt rozbudowany moim zdaniem na niepotrzebnie mniejsze podrozdziały w części dotyczącej wyników badań. **Tytuł dysertacji** jest zgodny z jej treścią. W rozdziale w którym Autor przedstawia **Cel i tezy badawcze** Autor jasno przedstawił cel wdrożeniowy, natomiast brak jest szczegółowego przedstawienia celu naukowego. **Wprowadzenie** napisane jest przekonująco oraz w jasny sposób. W drugim, bardzo rozbudowanym rozdziale dotyczącym **Analizy stanu wiedzy** Autor przedstawił bardzo

dużo podstawowych informacji z obszaru skrawania oraz informacje charakteryzujące stop Inconel 718. Ten rozdział to obszerna analiza stanu zagadnienia z zakresu podjętej tematyki. Niektóre podrozdziały w tym rozdział 2.5 przedstawiają informacje dobrze znane od kilkudziesięciu lat. Autor powołuje się na książkę profesora Piotra Cichosza która powołuje się na normę zużycia. Warto przy podawaniu informacji sięgnąć do źródła. Ponadto, Autor w niektórych miejscach pracy używa kolokwializmów wynikających z języka produkcyjnego, mających charakter potocznego języka w przemyśle. Do tej części mam kilka uwag:

Str. 20. Chodzi tu – język potoczny, może lepiej użyć słowa dotyczy,

Str. 25. „komponenty o dużej smukłości, to elementy charakteryzujące się dużym współczynnikiem smukłości”, brak odniesienia do wartości,

Str. 25. Praca nie dotyczy obróbki powierzchni wewnętrznych wału tylko zagadnień naukowych,

Str. 42. Skrawalność jest mała a nie niska,

Str. 43. Zdanie „producenci narzędzi rekomendują zastosowanie węglików spiekanych z różnymi powłokami” niewiele wnosi naukowo i technologicznie. To dobór odpowiednich powłok jest często kluczowy,

Str. 44. Autor napisał „Inną metodą, która umożliwia optymalizację zużycia narzędzia”, zużycia się nie optymalizuje tylko ogranicza, optymalizuje się dla przyjętego kryterium,

Str. 47. Co to jest „ostra geometria”?

Str. 69. Rozdział 2.9: chropowatość i topografia. Topografia to chropowatość powierzchni 3D obliczona z obszaru powierzchni, a nie z profilu,

Str. 69. SGP to coś więcej niż tylko chropowatość to także np. falistość,

Str. 69. Autor napisał „Chropowatość i topografia powierzchni są istotnymi cechami geometrycznymi powierzchni, którym przypisuje się wpływ na prognozowanie właściwości eksploatacyjnych”, nie wpływ tylko właściwości eksploatacyjne,

Str. 69. Słowo „trudno obrabialnych” używane było kilkanaście lat temu, prawidłowa nazwa to trudnoskrawalne,

Str. 69. Wg teorii skrawania znanej od ponad 100 lat, prędkość skrawania nie ma wpływu na chropowatość powierzchni tylko promień zaokrąglenia krawędzi skrawającej. Wynika to ze wzoru na chropowatość, a powoływanie się na badania potwierdzające podstawy obróbki skrawaniem nie powinno mieć miejsca w rozprawie doktorskiej,

Str. 71. W języku polskim nie ma pojęcia obróbki na mokro tylko obróbka zalewowa,

Str. 79. Autor użył niefortunnego tłumaczenia z języka angielskiego: integralność powierzchni. W języku angielskim Surface integrity to polski odpowiednik Technologiczna Warstwa Wierzchnia.

Kolejną część rozprawy przedstawiają rozdziały od trzeciego do piątego w których znajdują się cel i tezy badawcze pracy, zakres i warunki przeprowadzonych badań oraz metodyka badań.

Zasadniczą część rozprawy stanowi rozdział szósty przedstawiający wyniki badań własnych oraz ich analizę. Rozdział ten stanowi właściwą bazę wiedzy. Całość pracy ułożona jest zasadniczo w poprawny z metodologicznego punktu widzenia ciąg, układ tej części rozprawy oceniam jako logiczny, choć mam pewne uwagi szczegółowe. Wczytując się w pracę można zaobserwować pewne błędy, w całej zresztą pracy zdarzają się tzw. „literówki” czy slogany, nie jest ich natomiast dużo i nie powoduje to sytuacji w której pracę czyta się trudno, praca została sprawdzona dostatecznie szczegółowo przed ostatecznym wydrukiem. Do tej części mam także inne uwagi i zapytania:

Dlaczego Autor prowadzi badania zużycia VB_C ?

Str. 123. Jaka była grubość nanoszonych powłok?

Str. 128. Dlaczego wybrano parametr Ra ?

Str. 128. Urządzenia pomiarowe charakteryzują się pewną interakcją, Ra 8,493 μm – nie do tysięcznej części mikrometra!

Str. 133. Czy został usunięty kształt z powierzchni przedstawionej na rys. 6.13? Jeżeli tak to co jest powodem pochylenia powierzchni?

Str. 137. S205 to nie powłoka lecz kodowa nazwa ostrza,

Str. 180. Jak Autor tłumaczy, że dla drogi skrawania 1620 m chropowatość przyjmuje mniejsze wartości niż dla drogi 1049 m?

Str. 183. Autor pisze o wynikach pomiarów parametrów z grupy S, ale nie przedstawił tych wyników w formie wykresów czy tabel,

Str. 195. Autor dostrzega na analizowanych powierzchniach falistość, lecz aby przedstawić chropowatość powierzchni należy usunąć falistość. Co w takim razie zaobserwował Autor?

Rysunki 6.55-6.58 Autor podpisał Topografia 3D, czy jest zatem inna topografia niż 3D?

Str. 223. Autor napisał, że próbki zostały przetoczone nowym ostrzem. Czy wzięto zatem pod uwagę miejsce zużycia ostrza na krzywej zużycia?

Str. 233. Autor napisał, że analizy dokonał na podstawie rysunków, analiza wykonana została na podstawie danych przedstawionych na rysunkach,

Podrozdział 6.2.12. Wniosek 1 jest oczywisty nawet bez badań, natomiast Wniosek 4 jest spekulacyjny.

Podsumowanie i wnioski, sformułowane na końcu pracy są interesujące i istotne z praktycznego punktu widzenia, natomiast przedstawione są w sposób uproszczony, ponieważ w niektórych punktach wydają się być raczej obserwacyjne niż przedstawiające wartości naukowe. Wnioski nie zostały przedstawione w sposób inżynierski, brak jest w wielu punktach skwantyfikowanych wartości z badań wraz z podaniem oczywistych ograniczeń.

Wykaz literatury zamieszczony w końcowej części pracy jest bardzo dobrze wykonany. Literatura jest sformatowana w sposób jednolity a znaczna część literatury to publikacje w znaczących czasopismach naukowych. Pozycji literaturowych jest dokładnie 128, część to strony internetowe lecz jednak większość to pozycje anglojęzyczne. Przy powoływaniu się na strony internetowe konieczne jest podanie daty dostępu do tych stron, czego Autor nie zrobił, a co może mieć istotne znaczenie gdy używa się kontrowersyjnych stwierdzeń.

2 Ocena rozprawy doktorskiej

Przedstawioną rozprawę ocenić należy w dwóch aspektach: merytorycznym i edytorskim. Zaczynając od tego drugiego należy stwierdzić, że Autor posługuje się zasadniczo poprawnym językiem, słowa dobrane są w sposób przemyślany i ze zrozumieniem treści jakie ze sobą niosą, aczkolwiek w pracy zdarzają się slogany, typowe zazwyczaj dla osób pracujących w przemyśle. Rysunki wykonane są prawidłowo oraz wplecione są umiejętnie w całość. Wczytując się natomiast w treść można dostrzec pewne niedociągnięcia literowe i stylistyczne, natomiast jest ich relatywnie mało. To sprawia, że zapoznawanie się z zawartością rozprawy bywa stosunkowo łatwe. Autorowi zdarza się mylić takie stwierdzenia jak niski/mały czy wysoki/duży.

Przedstawiona analiza rozprawy zawiera wystarczające moim zdaniem przesłanki do sformułowania oceny. Treść rozprawy jest zgodna z tematem zaakceptowanym przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria mechaniczna Politechniki Poznańskiej. Podjęty temat jest ważny zwłaszcza z praktycznych względów i opracowany został w sposób prawidłowy z merytorycznego punktu widzenia. Podane wyżej omówienie wyników recenzowanej dysertacji pokazuje jak obszerny zakres prac wykonany został przez Doktoranta. Jego praca jest

samodzielna, co świadczy o dojrzałości naukowej i dużym już doświadczeniu w prowadzeniu prac badawczych. Pod względem metodycznym rozprawa jest poprawna. Literatura specjalistyczna natomiast została dobrana w sposób odpowiedni, a Doktorant ulokował pracę na tle innych, światowych już zrealizowanych badań. Układ rozprawy i podział treści między poszczególnymi rozdziałami jest logiczny, choć moim zdaniem, można by go nieco zmodyfikować wykorzystując podane przeze mnie wcześniej sugestie. Zbiór pojęć, jakimi posługuje się Autor, jest na ogół poprawny. Zdarzają się natomiast stylistyczne niedociągnięcia czy kolokwializmy, ale raczej wynikające z praktycznej strony pracy. Strona ilustracyjna pracy jest bez większych zastrzeżeń. Redakcja rozprawy zaś wykazuje pewne niedociągnięcia. W dostarczonym do recenzji egzemplarzu stwierdziłem szereg błędów korektorskich, stylistycznych, gramatycznych i drobnych nieścisłości. Zazaczyłem to w tekście, niektóre z nich przedstawiłem powyżej. Na podkreślenie natomiast zasługuje to, że Autor w swojej pracy wykorzystał dużo aparatury badawczo-pomiarowej, a projekt ma charakter doktoratu wdrożeniowego.

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 Autora zagadnienia naukowego,
- spełnia wymóg wykazania Jego ogólnej wiedzy teoretycznej w uprawianej dyscyplinie,
- wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia przez Autora 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 Autora,
- treść rozprawy stanowi zamkniętą całość będąc dokumentacją z badań własnych.

Całość oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Smaka pt. „Badania procesu skrawania osiowo – symetrycznych cienkościennych części silników lotniczych o dużej smukłości wykonywanych z materiału trudno skrawalnego” umożliwia sformułowanie wniosku o spełnieniu warunków określonych ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742, z późn. zm.) w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna wg klasyfikacji określonej w Rozporządzeniu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 11 października 2022 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych i wnoszę o dopuszczeniu jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Naukowej „Inżynieria mechaniczna” Politechniki Poznańskiej.

