

**POLITECHNIKA OPOLSKA**

**WYDZIAŁ MECHANICZNY**

**Katedra Technologii Maszyn i Materiałoznawstwa**

**dr hab. Grzegorz KRÓLCZYK prof. PO**  
**profesor uczelni**

ul. Mikołajczyka 5, 45-271 Opole  
tel. (77) 449 84 61, fax (77) 449 99 27  
e mail: g.krolczyk@po.opole.pl

Opole, 24.09.2020r.

## **Recenzja**

---

rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza CIEPLAKA pt.

***„Analiza geometryczna i wytrzymałościowa walcowych kół zębatach z kompozytów polimerowych wytwarzanych wybranymi metodami Rapid Manufacturing”***

Podstawą opracowania recenzji jest pismo o sygnaturze RM-530-08-04/19/2020 Przewodniczącego Dyscypliny Naukowej „Inżynieria mechaniczna” Politechniki Rzeszowskiej dr hab. inż. Aleksandra Mazurkowa z dnia 26 czerwca 2020 roku.

### **1 Charakterystyka rozprawy doktorskiej**

Pojęcie rapid prototyping w polskim tłumaczeniu oznacza szybkie prototypowanie. Technika ta należy do metod przyrostowych i polega na tworzeniu warstwa po warstwie określonych obiektów w przestrzeni trójwymiarowej. Proces ten poprzedzony jest wcześniej wykonanymi modelami 3D. Technologie przyrostowe są jednymi z dynamicznie rozwijających się metod wytwarzania w branży maszynowej. Taki stan wynika z zapotrzebowania na pojedyncze sztuki, małe serie czy nietypowe, trudne geometrie. Takimi częściami są koła zębata których wytworzenie przy pomocy tradycyjnych procesów jest długotrwałe i kosztowne. Technologie przyrostowe pozwalają redukować koszty produkcji, ponieważ przejście od modelu do produkcji finalnego elementu odbywa się często z pominięciem drogiego oprzyrządowania, oszczędzając przy tym czas, który może być kluczowym czynnikiem dla działów utrzymania ruchu w celu zapewnienia ciągłości działania

linii produkcyjnych. Dzięki stałemu doskonaleniu technologii szybkiego prototypowania są coraz bardziej doceniane i mogą być odpowiedzią na rosnące wymagania przemysłu. Z każdym rokiem techniki te zdają się charakteryzować się mniejszą ilością ograniczeń przez co stają się bardziej powszechne w praktyce produkcyjnej. Ich powszechność w branży samochodowej zdaje się przesądzona i wielkość nie będzie w tym przypadku ograniczeniem. Powszechność zastosowań i metod będąca siłą szybkiego prototypowania jest także słabością tych technik. Jest ich na tyle dużo, że wybór odpowiedniej metody jest problemem.

Recenzowana dysertacja, w której Autor przedstawił własne, autorskie badania i analizy właściwości wytrzymałościowych elementów wytworzonych różnymi technikami przyrostowymi mieści się w zasadniczym nurcie współczesnych kierunków badań inżynierskich. Liczący się ośrodek rzeszowski wnosi twórczy i widoczny wkład, m. in. w rozwój nauk technicznych i technologii maszyn, zwłaszcza w obszarze technik przyrostowych i konstrukcji kół zębatych. Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Mariusza Cieplaka powstała więc na starannie przygotowanym i w wysokiej kulturze utrzymywanym gruncie wcześniejszego rozpoznania merytorycznego i metodycznego wydzielonego obszaru nauk technicznych. Doktorant mgr inż. Mariusz Cieplak w swojej rozprawie doktorskiej zajął się bardzo ciekawą a przede wszystkim aktualną tematyką doboru metody wytwarzania kół zębatych wytwarzanych przyrostowo. Autor wykonał wiele analiz materiałowych oraz metrologicznych walcowych kół zębatych z kompozytów polimerowych wytwarzanych przyrostowo w tym opartych na przetłaczaniu warstwowym materiałów termoplastycznych, druk żywicami fotoutwardzalnymi oraz wykonanymi za pomocą technologii Vacuum Casting opartych na odlewaniu pod obniżonym ciśnieniem w formach silikonowych polimerowych kompozytów chemoutwardzalnych. Autor w obszarze pomiarów geometrycznych kompleksowo wykonał pomiary. Ponadto Doktorant opracował konstrukcje przekładni do badań oraz modele kół zębatych.

Wymienione wyżej okoliczności potwierdzają trafność i sensowność wyboru tematyki badawczej. Uzasadnieniem wspomnianej trafności wyboru jest nie tylko sam fakt usytuowania pracy na szerszym tle ogólnonaukowych badań naukowych, ale również to, że podejmowana w rozprawie doktorskiej tematyka rokuje nadzieje epistemologiczne oraz dużą nadzieję na uzyskanie walorów użytkowych.

**Strukturę rozprawy** stanowi dziewięć numerowanych rozdziałów w tym wprowadzenie, analiza stanu zagadnienia, cel i zakres pracy badania doświadczalne, podsumowanie i wnioski oraz literatura. Układ pracy jest prawidłowy - typowy dla prac eksperymentalnych. **Tytuł dysertacji** jest zgodny z jej treścią. **Cele pracy** sformułowane na 22 stronie podane są w sposób bardzo ogólny, cele pracy poprzedzone są obszernym wprowadzeniem, nie jest to syntetyczne przedstawienie celu pracy zwyczajowo przyjętego dla nauk technicznych. **Zakres pracy** przedstawiony został w sposób wyczerpujący, natomiast niektóre punkty powinny bardziej akcentować pracę naukową niż związane z tym badania techniczne. W tej części pracy Autor powołuje się na przekładnię badawczą a jest to raczej przekładnia poddana analizie czyli przekładnia badana.

**Wprowadzenie** napisane jest przekonująco oraz w jasny sposób. Natomiast w tej części pracy nieprawidłowo opisany został rysunek 1.1. Autor napisał że głównym odbiorcą materiałów polimerowych jest przemysł samochodowy przedstawiając jednocześnie na rys.

1.1. traktor ogrodowy firmy Husqvarna. Czy Autor produkcję traktorów ogrodowych zalicza do przemysłu samochodowego?

**Analiza stanu zagadnienia** z zakresu podjętej tematyki przedstawiona została w rozdziale drugim. Dobór analizowanych zagadnień jest prawidłowy i jest odzwierciedleniem dotychczasowego stanu wiedzy. Stanowi solidną podstawę do określenia obszaru badań własnych Autora. Jest to także właściwa baza wiedzy do sformułowania przez Autora celów pracy. Układ tej części rozprawy oceniam jako logiczny.

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 do 7. W tej części pracy Autor zawarł ogólną charakterystykę materiału podlegającego próbom, opisał urządzenia do wytworzenia prototypów oraz przedstawił wyniki badań własnych empirycznych. Całość pracy ułożona jest w poprawny z metodologicznego punktu widzenia ciąg. Moje zapytania i uwagi do tej części pracy są następujące:

- 1) Rysunek 4.29 oraz rysunek 6.1 to ten sam rysunek, w jakim celu Autor dubluje rysunki?,
- 2) Str. 118 – Autor pisze „przy 20 minucie pracy”. Takie stwierdzenie jest nieprecyzyjne a tym samym nieodpowiednie.
- 3) Wyniki pomiarów topografii powinny być przeniesione do załącznika lub załączników, ułatwiło by to czytelność pracy.
- 4) Autor kompleksowo analizuje wytworzone koła zębate lecz ominął jeden z zasadniczych testów ważny dla prawidłowego doboru odpowiedniej techniki wytwarzania a mianowicie tzw. life test method
- 5) Analizując kształt zębów Autor nie wykonał parametrycznej analizy topografii powierzchni która pozwoliła by na określenie cech funkcjonalnych powierzchni.

Ponadto w tej części pracy, moim zdaniem, czytelność utrudniają różne wielkości wykresów co sprawia wrażenie że praca nie została sformatowana w odpowiedni sposób. Na podkreślenie zasługuje natomiast, że Autor w swojej pracy wykorzystał nowoczesną aparaturę badawczą a ilość przeprowadzonych badań jest imponująca.

**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 są przedstawione w sposób skwantyfikowany co jest nieprawidłowe oraz obniża ich ogólną ocenę. Ze swej strony proponuję także w bardziej widoczny sposób przedstawić wnioski, z podziałem na naukowe i użyteczne. **Literatura** zamieszczona w końcowej części pracy jest bardzo obszerna. Autor analizuje i cytuje najnowszą światową literaturę, bibliografia sformatowana jest także w sposób jednaki.

## 2 Ocena rozprawy doktorskiej

Przedstawioną rozprawę ocenić można 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. Rysunki wykonane są starannie oraz wplecione są umiejętnie w całość. To sprawia, że zapoznawanie się z zawartością rozprawy jest stosunkowo łatwe. Wczytując się natomiast w treść można dostrzec pewne drobne niedociągnięcia literowe i stylistyczne.

Przedstawiona analiza rozprawy zawiera wystarczające moim zdaniem przesłanki do sformułowania pozytywnej oceny. Treść rozprawy jest zgodna z tematem zaakceptowanym przez Radę Dyscypliny Naukowej „Inżynieria mechaniczna” Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza w Rzeszowie. Podjęty temat jest ważny zarówno z poznawczych, jak i praktycznych względów i opracowany został obszernie. Sformułowane w niniejszej recenzji uwagi nie umniejszają wartości materiału dowodowego pracy, albowiem w większości odnoszą się do sposobu prezentacji uzyskanych wyników. Nie mogą więc stanowić podstawy do kwestionowania wartości ocenianej pracy. Pod względem metodycznym rozprawa jest poprawna. Literatura specjalistyczna została dobrana trafnie. Układ rozprawy i podział treści między poszczególnymi rozdziałami jest logiczny, choć moim zdaniem, można by go nieco zmodyfikować wykorzystując podane przeze mnie wcześniej sugestie, zwłaszcza dotyczące metodyki badań. 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. Zaznaczyłem to w tekście, niektóre z nich przedstawiłem powyżej.

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

Całość oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza Cieplaka pt. „Analiza geometryczna i wytrzymałościowa walcowych kół zębatach z kompozytów polimerowych wytwarzanych wybranymi metodami Rapid Manufacturing” umożliwia sformułowanie wniosku o spełnieniu warunków określonych ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych i dyscyplinie inżynieria mechaniczna wg klasyfikacji określonej w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 lipca 2018 roku i wnoszę o dopuszczeniu jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Naukowej „Inżynieria mechaniczna” Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza w Rzeszowie.

Gregu 

