

POLITECHNIKA OPOLSKA

WYDZIAŁ MECHANICZNY

Katedra Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji

Prof. dr hab. Grzegorz KRÓLCZYK
profesor

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

Opole, 03.03.2023r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgra inż. Piotra BĄKA pt.

„Badania porównawcze własności stali 1.2709 z gatunku maraging uzyskanej w technologii przyrostowej DMLS z uwzględnieniem wpływu parametrów procesu AM i degradacji złoża w odniesieniu do właściwości rodzimych tejże stali”

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza dr hab. inż. Andrzeja Burghardta z dnia 30 listopada 2022 roku na podstawie Uchwały RD IMech Nr 07/11/2022 z dnia 30 listopada 2022 roku.

1 Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Tematyka pracy poświęcona jest zagadnieniom badań nad złożem proszkowym, technologiami przyrostowymi oraz układami cienkościennymi pracującymi w warunkach przemysłowych. Recenzowana dysertacja jest wynikiem udziału w programie MEIN pod nazwą Doktorat wdrożeniowy a dotyczy nowej koncepcji metodyki procesu produkcji

korpusu serwozaworu. Praca ma charakter wdrożeniowy, jest w pewnym sensie studium przypadku wdrożenia projektu. Korpusy w tym korpusy serwozaworów zazwyczaj są zespołami o znacznym stopniu skomplikowania w procesie produkcji. Konwencjonalne wieloetapowe metody wytwarzania tych zespołów są ograniczone. Proces produkcji w tym przypadku jest nieefektywny w produkcji, czemu towarzyszy długi czas realizacji, umiarkowane możliwości zmian geometrycznych i znaczna niepewność w odtwarzalności. Wytwarzanie przyrostowe zapewnia nowe możliwości zarówno wydajnego projektowania, jak i produkcji zwłaszcza struktur cienkościennych. Związane z odkształceniem właściwości struktur zależne są zasadniczo od geometrii struktur, jak i materiałów macierzystych, z których wykonane są struktury. Na przykład współczynnik Poissona struktur komórkowych jest zależny od geometrii, podczas gdy moduł sprężystości struktury komórkowej jest generalnie większy, jeśli materiał macierzysty jest sztywniejszy. Zainteresowania Doktoranta skupiają się na kwestii metodyki wytwarzania zespołów w których występują struktury cienkościenne, a jako przedmiot szczególnych rozważań naukowych Doktorant wybrał korpus serwozaworów. Projekty tego typu związane są z zaangażowaniem dużych środków finansowych a co się z tym wiąże wszelkie poprawy realizacji tych projektów wiążą się zazwyczaj z bardzo dużymi oszczędnościami.

Recenzowana dysertacja, w której Autor przedstawił własne, autorskie badania i analizy pomiarów mieszczą się w zasadniczym nurcie współczesnych kierunków badań inżynierskich z obszaru inżynierii mechanicznej. Recenzowana rozprawa doktorska mgra inż. Piotra Bąka powstała na starannie przygotowanym i w wysokiej kulturze utrzymywanym gruncie wcześniejszego rozpoznania merytorycznego i metodycznego wydzielonego obszaru nauk technicznych. Doktorant mgr inż. Piotr Bąk w swojej rozprawie doktorskiej zajął się bardzo ciekawą a przede wszystkim aplikacyjną tematyką a przedstawione badania mają charakter wdrożeniowy. Doktorat wdrożeniowy ma na celu tworzenie warunków do rozwoju współpracy podmiotów systemu szkolnictwa wyższego i nauki z otoczeniem społeczno-gospodarczym, prowadzonej w ramach szkół doktorskich i polegającej na kształceniu doktorantów we współpracy z zatrudniającymi ich przedsiębiorcami albo innymi podmiotami, której efektem będzie wdrażanie w tych podmiotach wyników prowadzonej przez doktorantów działalności naukowej. W tym kontekście wdrożenie rozumieć należy jako zastosowanie badań naukowych (objętych projektem) w praktyce co jest szczególnie widoczne po zagłębieniu się w recenzowaną rozprawę doktorską.

Wymienione wyżej okoliczności potwierdzają trafność i sensowność wyboru tematyki badawczej. Uzasadnieniem wspomnianej trafności wyboru jest nie tylko sam fakt

usytuowania pracy na szerszym tle ogólnościowych badań naukowych, ale również to, że podejmowana w rozprawie doktorskiej tematyka charakteryzuje się niewątpliwie utylitarnym charakterem.

Strukturę rozprawy stanowi sześć numerowanych rozdziałów, w tym wprowadzenie, analiza stanu zagadnienia, teza, cel i zakres pracy, obiekt badawczy i metodyka badań, badania własne, podsumowanie i wnioski oraz literatura. Układ pracy jest prawidłowy i typowy dla prac eksperymentalnych. **Tytuł dysertacji** jest zgodny z jej treścią. **Teza pracy** napisana została bardzo ogólnie i bez jasnych kryteriów moim zdaniem nie można jej udowodnić. **Cel pracy** został natomiast jasno sformułowany. **Zakres pracy** przedstawiony został prawidłowo lecz bez warunków brzegowych ale dotyczy zakresu dysertacji. **Wprowadzenie** napisane jest przekonująco oraz w jasny sposób. **Analiza stanu zagadnienia** przedstawia w sposób szczegółowy i kompleksowy różne technologie wytwarzania przyrostowego. W tej części recenzji muszę zwrócić uwagę, iż jest to moim zdaniem najlepiej opisana analiza z obszaru wytwarzania przyrostowego jaką kiedykolwiek czytałem. Napisana została w sposób bardzo interesujący i może być traktowane jako kompendium wiedzy z tego obszaru.

Rozdział pt. **obiekt badawczy i metodyka badań** przedstawia rozdział czwarty. Ta część pracy jest bardzo istotna dla całości projektu. Natomiast czytając ten rozdział można mieć wrażenie, iż Doktorant skoncentrował się na opisie stanowisk niż szczegółowych parametrach. Np. w opisie badań twardości brak jest informacji o sile docisku. Opis badań tribologicznych nazwany został z błędem przez Autora jako badania trybologiczne. Tribologia jest nauką o tarcu a nie o trybach. Całość rozdziału ułożona jest w poprawny z metodologicznego punktu widzenia ciąg, układ tej części rozprawy oceniam jako logiczny, choć mam pewne uwagi szczegółowe. Co do całości tekstu nasuwają mi się jeszcze następujące uwagi: zdarza się niewłaściwe używanie niektórych słów i określeń, np.: „niższy” zamiast „mniejszy”, jednakże oddając sprawiedliwość Autorowi trzeba przyznać, że wymienione słowa i określenia używane bywają w większości przypadków w sposób właściwy.

Rozdział piąty stanowi zasadniczą część rozprawy z punktu widzenia etapów badania naukowego. Jest to rozdział dotyczący **badan własnych** Autora. Wczytując się w pracę, a właściwie jej strukturę można zaobserwować pewne błędy w jej formatowaniu, jakoś niektórych rysunków mogła by być lepsza. Poruszanie się po pracy nie stwarza czytelnikowi problemów. Pewnym minusem jest fakt, że Autor stosuje tzw. teksty wiszące, czyli teksty znajdujące się np. pomiędzy tytułem rozdziału głównego, a tytułem podrozdziału. Zasady

edytorskie stanowią, że przy numeracji cyfrowej wielorzędowej np. po tytule rozdziału głównego powinien od razu następować tytuł podrozdziału a tuż np. po tytule podrozdziału powinien być tytuł podrozdziału kolejnego. itd. Między nimi nie powinno być żadnych tekstów (zwanych wiszącymi). Teksty te to z reguły ogólne wprowadzenia do rozdziałów, omówienia czy streszczenia. Jeżeli tekst wiszący jest cennym i niezbędnym wprowadzeniem do tematu – powinien mieć swój numer i tytuł.

Moje zapytania i uwagi do tej części pracy są następujące:

- 1) Strona 8 – przepływy to mechanika płynów a hydraulika jeżeli jest już nazywana nauką to dotyczy aplikacyjności mechaniki płynów,
- 2) Jak Doktorant odniesie się do wzrostu kosztu wytworzenia komponentu powyżej 1 kg,
- 3) Strona 12 – Doktorant napisał „widać wartość sprzedaży” – z wykresu nic nie wynika tylko z danych przedstawionych w formie wykresu,
- 4) Dlaczego nie przeprowadzono analizy tribologicznej a Doktorant tą część pracy sprowadził jedynie do podania współczynnika tarcia bez analizy stanu powierzchni?,
- 5) Przy analizie układów cienkościennych nie jest uzasadnione sprawdzenie chropowatości powierzchni lub topografii powierzchni która jest istotna dla wyników przepływów?,
- 6) Jakie znaczenie dla organizacji ma opracowana przez Autora metodyka?.

Na podkreślenie zasługuje to, że Autor w swojej pracy wykorzystał nowoczesną aparaturę a projekt ma charakter wdrożeniowy.

Wnioski przedstawione w pracy nie zostały przedstawione w punktach co utrudnia ich analizę – brak jest konkretnych skwantyfikowanych zaleceń, zwłaszcza w bardzo aplikacyjnej pracy do których należy recenzowana dysertacja. Natomiast podsumowanie sformułowane na końcu pracy jest niewątpliwie interesujące i istotne z praktycznego punktu widzenia. Ze swej strony proponuję także w bardziej widoczny sposób przedstawić wnioski, z podziałem na naukowe i użyteczne. **Literatura** zamieszczona w końcowej części pracy jest obszerna.

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. Rysunki wykonane są prawidłowo oraz wplecione są umiejętnie w całość. Mankamentem jest brak przetłumaczenia rysunków na język polski oraz dysertacja zawiera dane i informacje bezpośrednio z oprogramowania - ich jakość w niektórych miejscach jest niewystarczająca. To sprawia, że zapoznawanie się z zawartością rozprawy bywa stosunkowo trudne miejscami. Wczytując się natomiast w treść można dostrzec pewne drobne niedociągnięcia literowe i stylistyczne.

Przedstawiona analiza rozprawy zawiera wystarczające moim zdaniem przesłanki do sformułowania oceny. Treść rozprawy jest zgodna z tematem zaakceptowanym przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza. Podjęty temat jest ważny zarówno z poznawczych, jak i praktycznych względów i opracowany został obszernie i w sposób wyczerpujący z merytorycznego punktu widzenia. 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 pracy. Pod względem metodycznym rozprawa jest poprawna. Literatura specjalistyczna została dobrana odpowiednio i jest ulokowana na tle innych już zrealizowanych badań. Układ rozprawy i podział treści między poszczególnymi rozdziałami jest logiczny. Zbiór pojęć, jakimi posługuje się Autor, jest na ogół poprawny. Zdarzają się natomiast stylistyczne niedociągnięcia, ale raczej wynikające z praktycznej strony pracy. Strona ilustracyjna pracy jest bez większych zastrzeżeń, poza rysunkami bezpośrednio z oprogramowania, redakcja rozprawy zaś wykazuje pewne drobne niedociągnięcia.

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 zasadniczo poprawny,
- cele pracy zostały osiągnięte w zakresie przyjętym przez Autora,
- treść rozprawy stanowi zamkniętą całość będąc dokumentacją z badań własnych.

Całość oceny rozprawy doktorskiej mgra inż. Piotra Bąka pt. „Badania porównawcze własności stali 1.2709 z gatunku maraging uzyskanej w technologii przyrostowej DMLS z uwzględnieniem wpływu parametrów procesu AM i degradacji złoza w odniesieniu do właściwości rodzimych tejże stali” 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 z późniejszymi zmianami w dyscyplinie naukowej 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.

