

Dr hab. inż. Anna Zawada-Tomkiewicz
prof. nadzw. Politechniki Koszalińskiej
Politechnika Koszalińska
Wydział Mechaniczny
Katedra Inżynierii Systemów Technicznych i Informatycznych

Koszalin, 24 października 2017

R E C E N Z J A

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Damiana Gogolewskiego** pt.
**Ocena przydatności dwuwymiarowej transformaty falkowej do diagnozowania
przestrzennego stanu powierzchni**

Promotor rozprawy doktorskiej:
Dr hab. inż. Włodzimierz Makiela, prof. PSk

Podstawa opracowania recenzji: pismo MD-510/205/2017 z dnia 25 września 2017 r.,
Pana prof. dra hab. inż. Tomasza L. Stańczyka, Dziekana Wydziału Mechatroniki i Budowy
Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej.

1. Przedmiot recenzji

Rozprawa doktorska mgra inż. Damiana Gogolewskiego pt. "Ocena przydatności dwuwymiarowej transformaty falkowej do diagnozowania przestrzennego stanu powierzchni" o łącznej objętości 117. stron zawiera sześć rozdziałów wraz z wykazem cytowanej literatury.

Na początku rozprawy, jako oddzielne punkty, zamieszczono stronę tytułową i podziękowania, na stronach 5 ÷ 6 spis treści, na stronach 7 ÷ 9 wykaz najważniejszych oznaczeń. Praca zawiera łącznie 56 rysunków w tekście głównym rozprawy, których spis znajduje się na stronach 113 ÷ 115 i 43 zestawienia tablicowe, których spis zamieszczono na stronach 116 ÷ 117.

W punkcie *Literatura* podano spis 85. publikacji źródłowych. Zamieszczone publikacje obejmują lata od 1910 (Alfred Haar Zur Theorie der orthogonalen Funktionensysteme) do 2017 i artykuły dopiero zgłoszone do opublikowania. Ponad połowa materiałów źródłowych to publikacje najnowsze, z ostatnich kilku lat. Są to przede wszystkim artykuły opublikowane w czasopiśmie naukowych oraz książki. Wśród publikacji zamieszczonych w wykazie cytowanej literatury jest dziewięć pozycji, których współautorem jest mgr inż. Damian Gogolewski. Na stronie 122 znajduje się też spis 2. norm oraz 3. stron internetowych.

2. Ocena doboru tematu pracy

Ze względu na to, że w współczesne systemy wytwarzania są układami cyber-fizycznymi, w których obok świata fizycznych maszyn i urządzeń pojawia się sfera cyberprzestrzeni dla maszyn, procesów i całych zakładów, to istnieje konieczność odwzorowywania związków obiektów fizycznych na poziomie kognitywnym. Recenzowana praca, odnosząc się do modelowania i optymalizacji danych pomiarowych powierzchni wykorzystywanych do diagnozowania jej stanu przestrzennego, wpisuje się w nurt tych badań.

Zadanie oceny przydatności dwuwymiarowej transformaty falkowej do diagnozowania przestrzennego stanu powierzchni, które w pracy jest głównym problemem badawczym, obejmuje dwa zagadnienia:

1. dobór sposobu dekompozycji struktury geometrycznej powierzchni po frezowaniu czołowym,
2. diagnozowanie struktury geometrycznej powierzchni z wykorzystaniem informacji uzyskanych z dwuwymiarowej transformaty falkowej danych mierzonej powierzchni obrabianej.

Temat pracy „**Ocena przydatności dwuwymiarowej transformaty falkowej do diagnozowania przestrzennego stanu powierzchni**” został sformułowany w sposób bardzo konkretny. Obejmuje on zagadnienia diagnozowania struktury geometrycznej powierzchni i składa się z następujących elementów:

1. Analiza krytyczna istniejących metod modelowania struktury geometrycznej powierzchni oraz wyznaczenie obiecujących metod modelowania powierzchni w zastosowaniu do diagnozowania jej stanu.
2. Opracowanie założeń modelowania struktury geometrycznej powierzchni za pomocą dwuwymiarowej transformaty falkowej oraz analiza krytyczna dekompozycji z punktu widzenia doboru falki podstawowej oraz sposobu dekompozycji,
3. Ocena przydatności zastosowania dwuwymiarowej transformacji falkowej w trzech przykładowych zadaniach diagnozowania.

Po zapoznaniu się z głównymi problemami przeanalizowanymi w recenzowanej rozprawie doktorskiej mogę stwierdzić, że tematyka rozprawy doktorskiej mgr inż. Damiana Gogolewskiego została wybrana właściwie. Jest to tematyka ważna i trudna, mająca duże znaczenie naukowe i aplikacyjne dla rozwoju współczesnych cyber-fizycznych systemów wytwarzania.

3. Ocena celu i tezy pracy

Cel i teza pracy przedstawione zostały w rozdziale trzecim. Rozdział ten poprzedzony jest wprowadzeniem oraz analizą aktualnego stanu wiedzy.

We wprowadzeniu, na 15. stronach, Doktorant omawia kolejno, po krótkim wstępie, zagadnienia związane z procesem frezowania czołowego powierzchni płaskiej, podstawowe informacje o modelowaniu struktury geometrycznej powierzchni, zastosowane w pracy maszyny i narzędzia obróbcze i pomiarowe oraz materiał obrabiany.

W podrozdziale 1.1 zamieszczono krótkie wprowadzenie uzasadniające prowadzone badania oraz temat badawczy. Podrozdział ten nakreśla także zakres całej rozprawy doktorskiej. W podrozdziale 1.2 i 1.3 przedstawiono charakterystykę procesu frezowania czołowego, podstawowe informacje o czynnikach wpływających na strukturę geometryczną powierzchni obrobionej oraz sposób przetwarzania danych pomiarowych. Jedynym mankamentem jest to, że Autorzy nie odnieśli się do modelu powierzchni po frezowaniu, natomiast skupili się na określeniu minimalnej grubości warstwy skrawanej. Podrozdział 1.4 odnosi się do krótkiej charakterystyki stosowanych narzędzi, przyrządów i maszyn. Na uwagę zasługuje fakt, że wszystkie badania zostały zrealizowane na bardzo nowoczesnym sprzęcie (sztywność i dokładność systemu obróbkowego w Laboratorium Obrabiarek Sterowanych Numerycznie oraz wysoka zdolność pomiarowa zastosowanych w pracy przyrządów i urządzeń pomiarowych w Laboratorium Komputerowych Pomiarów Wielkości Geometrycznych). We wprowadzeniu znajduje się odniesienie do 22. pozycji literatury, dwóch norm i trzech stron internetowych.

W rozdziale drugim, na 17. stronach, zestawiono aktualny stan wiedzy dotyczący badań z zakresu dwuwymiarowej transformaty falkowej.

W podrozdziale 2.1 zamieszczono uzasadnienie stosowania transformacji falkowej w przypadku analizy sygnałów niestacjonarnych. W akapicie pierwszym autor zamieścił cyt. „... *klasyczna metoda analizy sygnałów pomiarowych wykorzystująca transformatę częstotliwościową, czy czasowo-częstotliwościową nie daje pełnej informacji o analizowanym sygnale [57]. Pozwala ona na wykrycie niewielkich zmian sygnału, jednak nie pozwala na określenie miejsca ich występowania...*” Odnosząc się do tych słów należy stwierdzić, że słowo „transformata” zostało tutaj użyte jako wynik przekształcenia, a powinno być raczej „transformacja” jako przekształcenie. Ze zdaniem drugim, natomiast, nie potrafię się zgodzić, gdyż analiza czasowo-częstotliwościowa służy właśnie temu, aby zmiany sygnału dało się określić zarówno w czasie, jak i w częstotliwości. Co więcej, Doktorant wielokrotnie wykorzystał tę właściwość w swoich badaniach.

W podrozdziale 2.2 zamieszczono przegląd 33. pozycji literatury krajowej i światowej w zakresie zastosowania transformaty falkowej do diagnozowania. Przegląd został ukierunkowany na pokazanie wykorzystania różnego typu sygnałów diagnostycznych, poddanych dekompozycji falkowej, do diagnozowania problemów obróbkowych. Na tym tle przedstawiono obecnie prowadzone badania w Politechnice Świętokrzyskiej. Tą część rozprawy doktorskiej oceniam bardzo pozytywnie, gdyż stanowi przegląd literatury i jednocześnie jest uzasadnieniem podjętych badań.

Podrozdział 2.3 i 2.4 stanowią przybliżenie zagadnień związanych z transformacją falkową. Doktorant przedstawił w tekście oraz na wielu rysunkach, czym jest transformata falkowa oraz to, jakie korzyści wynikają z jej zastosowania do analizy sygnałów niestacjonarnych. W tym miejscu zabrakło odniesienia do matematycznej analizy sygnałów stochastycznych, w tym definicji stacjonarności sygnału.

W rozdziale trzecim zatytułowanym „Cel i sposób realizacji pracy”, w podrozdziale 3.2 zamieszczono **naukową tezę rozprawy**, którą należy w sensie ogólnym uznać za poprawną,

choć brak jest w niej formy przypuszczającej, **w jakim zakresie i przy jakich założeniach** możliwe jest wykorzystanie dwuwymiarowej transformaty falkowej do diagnozowania przestrzennego stanu powierzchni części maszyn. Ponadto, teza ta brzmi jako ostateczny wniosek z pracy i nie wymaga empirycznego dowodzenia.

W naukach technicznych ważne jest określenie **celu badań**. Wynika on bezpośrednio z analizy przeglądu literatury i tezy naukowej pracy. W podrozdziale 3.1 zamieszczono cel główny pracy, że cyt.: „Głównym celem pracy była eksperymentalna weryfikacja możliwości wykorzystania dwuwymiarowej transformaty falkowej do diagnozowania struktury geometrycznej powierzchni na przykładzie warstwy wierzchniej, powstałej w wyniku frezowania czołowego”. Cel główny został dobrze sformułowany, jest konkretny i dobrze uzasadniony wnioskami z przeprowadzonej analizy materiałów źródłowych. Dodatkowo dookreśla go sześć celów szczegółowych.

W podrozdziale 3.3 zamieszczono sposób realizacji postawionego celu pracy. W tym też rozdziale zaprezentowano 64. punktowy plan badań dla obróbki frezowania czołowego powierzchni płaskiej dla czterech wartości prędkości skrawania, czterech wartości posuwu na ostrze i czterech wartości głębokości skrawania.

Opiniując tą część rozprawy doktorskiej należy stwierdzić, że doktorant **mgr inż. Damian Gogolewski** dokonał przeglądu osiągnięć krajowych i światowych w zakresie prezentowanej rozprawy doktorskiej i na tej podstawie sformułował poprawnie cel pracy, tezę naukową oraz sposób przeprowadzenia badań. Ocena tej części rozprawy jest pozytywna.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Pod względem merytorycznym pracę mgra inż. Damiana Gogolewskiego ogólnie oceniam pozytywnie. Opiniując ją odniosłam się w szczególności do trzech następujących aspektów:

- charakterystyki problematyki pracy w odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy, przedstawionego w literaturze przedmiotowej i innych materiałach źródłowych,
- programu badawczego, metodyki badań, zastosowanych stanowisk badawczych i pomiarowych,
- naukowego znaczenia uzyskanych efektów pracy, prawidłowości wnioskowania oraz poznawczej i aplikacyjnej wartości przeprowadzonych badań.

Analizę problematyki pracy w odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy przedstawiono w rozdziale drugim. Obejmuje ona przegląd dotychczasowych osiągnięć w zakresie zastosowania transformaty falkowej w różnych obszarach dyscypliny budowa i eksploatacja maszyn. Analiza jest przeprowadzona na dobrym poziomie merytorycznym z uwzględnieniem dorobku ośrodków w kraju oraz osiągnięć ośrodka macierzystego Doktoranta. Przeprowadzona analiza literatury umożliwiła Autorowi rozprawy doktorskiej postawienie poprawnej tezy i określenie jej zakresu.

Przyjęty program badań eksperymentalnych uznaję ogólnie za poprawny i odpowiednio uzasadniony, umożliwiającą realizację celu pracy.

Plan badań w zakresie frezowania czołowego zamieszczono w rozdziale 3.3, natomiast opis stanowiska do badań, narzędzi oraz materiału do badań zamieszczono w rozdziale 1.4.

Metodyka badań odnosi się do prób frezowania czołowego powierzchni płaskiej w zakresie obróbki wykończeniowej. Dobrane wyposażenie techniczne, parametry i narzędzia obróbki oceniam pozytywnie. Praca nie zawiera informacji na temat stanu materiału obrabianego (poza podaniem gatunku materiału) oraz informacji o stanie ostrza skrawającego. Korzystne byłoby także wskazanie głowicy frezowej oraz podanie, jakich śladów obróbki należy oczekiwać i na ile chropowatość powierzchni uzyskana w badaniach różni się od teoretycznej. Byłby to wskaźnik jakości poprawności doboru układu obróbkowego oraz parametrów skrawania.

Plan badań pomiarowych obejmował pomiar struktury geometrycznej powierzchni po frezowaniu czołowym. Stanowisko pomiarowe opisano w rozdziale 1.4, w którym zamieszczono także zasadę pomiaru powierzchni.

Metodyka badań w zakresie pomiaru struktury geometrycznej powierzchni po frezowaniu czołowym odnosi się do optycznych obszarowych pomiarów chropowatości powierzchni i ogólnie nie budzi zastrzeżeń. Doktorant wskazuje na mankamenty pomiarowe w optycznych pomiarach obszarowych, w tym problemy metodologiczne przy doborze właściwego filtra. W tym miejscu zabrakło informacji, w jaki sposób dobierano miejsce pomiaru powierzchni na próbkach, czy wszystkie punkty udało się zmierzyć, czy do późniejszych badań zmierzone dane były przetwarzane (uzupełnianie punktów niezmiernych, poziomowanie, usuwanie kształtu i inne).

Plan badań w zakresie doboru falki podstawowej oraz drzewa dekompozycji nie został przedstawiony w sposób jawny. Przedstawiono za to metodykę doboru falki bazowej za pomocą testu statystycznego autokorelacji (podrozdział 4.1.1), za pomocą unormowanej funkcji interkorelacji i korelacji Pearsona (podrozdział 4.1.2), procedury wykorzystującej wskaźnik entropii (podrozdział 4.1.3) oraz badań statystycznych zmienności parametrów chropowatości powierzchni (podrozdział 4.1.4).

Metodyka badań w zakresie doboru falki podstawowej oraz drzewa dekompozycji odnosi się do sposobu przeprowadzenia testów statystycznych, które w jednoznaczny sposób potwierdziłyby lub odrzuciły hipotezę, że zastosowanie danej falki bazowej do dekompozycji sygnału na określonym poziomie pozwala na korzystne przefiltrowanie sygnału, zgodnie z założonym celem badawczym. Zastosowano dwa rodzaje testów.

- **Pierwszy rodzaj testów** odnosi się do badania podobieństwa sygnału aproksymowanego na danym poziomie dekompozycji do sygnału oryginalnego. Zgodnie z tym, co pokazano na rysunku 2.5 sygnał na danym poziomie dekompozycji rozdzielany jest na cztery części, przy czym zastosowanie filtra dolnoprzepustowego w kierunku x i y pozwala uzyskać sygnał aproksymowany. W metodyce badań nie wskazano, jak duży obszar danych został poddany analizie, nie wskazano w jaki sposób dopasowywano wielkości danych do analizy (sygnał oryginalny i sygnał aproksymowany).

Ogólnie ten zakres badań oceniam pozytywnie choć Doktorant nie wskazał jednoznacznie zaleceń odnośnie falki bazowej i poziomu dekompozycji dla konkretnych właściwości powierzchni takich jak parametry skrawania czy też ze względu na wielkość analizowanych danych.

- **Powiązana z pierwszym rodzajem testów** jest metoda badająca, jak zmieniają się parametry chropowatości powierzchni, gdy wyznaczone zostaną nie na podstawie sygnału oryginalnego, ale aproksymowanego. Doktorant nie odniósł się tym przypadku do stacjonarności i ergodyczności danych jako podstawowych założeń przy wyznaczaniu parametrów chropowatości powierzchni. Dodatkowo nie zostały powiązane wnioski z tych badań z wnioskami badania testów statystycznych powierzchni.
- **Drugi rodzaj testów** odnosi się do badania sygnału przed i po dekompozycji. W tym przypadku zaproponowano metodę stosowaną najczęściej w literaturze, a odnoszącą się do badania średniej informacji zawartej w sygnale przed i po dekompozycji. Ten rodzaj testów został przeprowadzony z wykorzystaniem innego rodzaju przekształcenia falkowego – pakietowej transformacji falkowej (WPT). W tym przypadku nie zostało dokładnie wyjaśnione, czy Doktorant w tabelicy 5.8 odniósł się do pełnego drzewa dekompozycji pakietowej transformaty WPT czy do drzewa dekompozycji jak w dyskretnej transformacji falkowej (DWT).

Podsumowanie wszystkich wyników badań w tym zakresie Doktorant przedstawił w tabelicy 5.25 oraz w komentarzu: cyt. „Przeprowadzone badania wykazały, że brak jest dokładnego algorytmu z wykorzystaniem którego można wytypować falkę bazową do analizy oraz określić maksymalny poziom dekompozycji...”. Sformułowanie to nie jest zbyt precyzyjne i wymaga komentarza. Jeśli chodzi o maksymalny poziom dekompozycji, to w zależności od testu Doktorant uzyskał różne informacje na temat analizowanej powierzchni, przy uwzględnieniu optymalnej rozdzielczości analizy. Pierwszy z testów („współczynnik korelacji”) dzieli powierzchnie na dwie grupy w stosunku 3:1 na korzyść struktury drobnoziarnistej poziomu 3, drugi test („T2”) rozpoznaje struktury 2. i 3. poziomu równoważnie, natomiast test trzeci („względna zmiana parametru”) aż w 90,62% wskazuje na strukturę poziomu 4. Uzyskane wyniki są bardzo interesujące z punktu widzenia planu badań frezowania i uzyskanej chropowatości powierzchni.

Podsumowanie podrozdziału cyt. „Na podstawie wyników...należałoby uznać, iż otrzymane wartości testów nie pozwalają na stwierdzenie, że pierwszy poziom dekompozycji jest jedynym, dla którego sygnał aproksymowany nie jest istotnie różny do sygnału wejściowego. W związku z tym wątpliwa staje się zasadność stosowania wskaźnika entropii, jako kryterium doboru falki bazowej.” Ze względu na to, że istotna informacja niesiona przez rzeczywistą powierzchnię ma ograniczone pasmo, to zawsze mamy do czynienia ze skończoną liczbą poziomów rozdzielczości. Aby zmniejszyć liczbę danych reprezentujących powierzchnię należy usunąć z reprezentacji powierzchni pewne nieistotne rozdzielczości. W tym celu dokonuje się oceny straty informacji wiążącej się z wyeliminowaniem nieistotnych rozdzielczości za pomocą wskaźnika entropii. Ze względu na to, że w prezentowanych badaniach metoda stosowana była tylko dla przypadku WPT (inne filtry wbudowane niż DWT), to wyniki mogły znacznie się różnić. Ostatnie zdanie uważam za nieuzasadnione.

Plan badań w zakresie zastosowania transformaty falkowej do wyznaczania minimalnej grubości warstwy skrawanej nie został przedstawiony bezpośrednio. Metodyka została przedstawiona w podrozdziale 4.2.1. Natomiast w rozdziale 5.2 zamieszczono wyniki badań, które wskazują, że badaniu poddano 5 próbek, które obserwowano na sześć różnych sposobów.

Metodyka badań w tym zakresie składa się z odpowiedniego przygotowania próbek do badań, a następnie prób frezowania czołowego. Powierzchnia obrobiona analizowana była przez zastosowanie filtracji falkowej i wyznaczenie lokalizacji punktu, w którym następuje nawiązania procesu skrawania. Przydatność zastosowania transformaty falkowej do wyznaczania minimalnej grubości warstwy skrawanej oceniano błędem względnym wartości końcowej parametru w stosunku do wartości parametru dla metody uznanej za wzorcową. Część badań w tym zakresie uważam za poprawną, choć w pracy nie zamieszczono całej metodyki w zakresie wyznaczania lokalizacji punktu i metodyki wyznaczania minimalnej grubości warstwy skrawanej, lecz odniesiono się tylko do wcześniejszych badań.

Plan badań w zakresie zastosowania transformaty falkowej do diagnostyki struktury geometrycznej powierzchni zamieszczano w podrozdziale 4.2.2. Badania wykonano dla 64. próbek po frezowaniu czołowym. Wyniki zamieszczone w rozdziale 5.3 wskazują, że mimo zastosowania tej samej procedury badawczej, to nie zostały ujednocnione sposoby wnioskowania o powierzchni.

Metodyka badań w tym zakresie polegała na analizie jednorodności śladów na powierzchni próbki, w tym śladów posuwu na obrót i posuwu na ostrze. Doktorant wyniki prezentuje w postaci barwnych obrazów różnorodnych powierzchni. Część badań w zakresie zastosowania transformaty falkowej do diagnostyki struktury geometrycznej powierzchni oceniam pozytywnie. Mimo tego, że nie została zaprezentowana analiza ilościowa, to zestawienie filtracji falkowej dla przypadków powierzchni o różnorodnych śladach pozwala na ich łatwiejszy opis i tym samym diagnostykę.

Plan badań w zakresie zastosowania transformaty falkowej do filtracji powierzchni odnosi się do 64. próbek po frezowaniu czołowym. Także i w tym przypadku plan badań nie został przedstawiony w sposób jawny. Metodyka badań została przedstawiona w rozdziale 4.2.3, a wyniki zamieszczono w rozdziale 5.4. Wynika z nich, że przeprowadzono prawie 7 tysięcy różnych analiz statystycznych.

Metodyka badań w tym zakresie polegała na opisanie procedur dla wydzielenia z danych pomiarowych tych rozdzielczości, które odpowiadają sygnałowi chropowatości powierzchni. Część badań w zakresie zastosowania transformaty falkowej do filtracji powierzchni oceniam pozytywnie, choć stwierdzenie cyt. *„Przeprowadzone badania świadczą dobitnie, iż dwuwymiarowa transformata falkowa może być zastosowana jako metoda rozdzielania składowych nierówności powierzchni.”* wydaje się nieco na wyrost w kontekście stosowanych do porównań danych powierzchni filtrowanych filtrem Gaussa, o których sam Doktorant pisze cyt. *„Pomiary przeprowadzono z wykorzystaniem obiektywu x10, otrzymując sygnał odpowiadający powierzchni o rozmiarze 1,6 mm x 1,6 mm. Zatem,*

dla powierzchni o znacznym stopniu nieregularności, filtracja otrzymanego sygnału nie może być przeprowadzona zgodnie z powyższą normą z wykorzystaniem filtrów Gaussa.” W tym kontekście można co najwyżej stwierdzić, że zastosowanie transformaty falkowej do filtracji powierzchni pozwoliło uzyskać wartości parametrów chropowatości powierzchni na zadanym poziomie istotności w stosunku do parametrów uzyskanych dla powierzchni filtrowanej filtrem Gaussa.

Podsumowując całkowitą liczbę badań przeprowadzonych, należy stwierdzić, że było to co najmniej 71 prób frezowania czołowego i 94 pomiary powierzchni oraz ponad 45 tysięcy testów statystycznych. Metodyka badań została szczegółowo objaśniona, wyniki badań zostały zaprezentowane w postaci tablic, wykresów oraz na barwnych obrazach powierzchni. **Przeprowadzone badania oceniam pozytywnie. Doktorant w rozprawie doktorskiej nie prezentuje wszystkich wyników, ale te najbardziej znaczące. Wyniki są spójne, jednoznaczne i wskazują na przydatność zastosowania dwuwymiarowej transformaty falkowej do filtracji powierzchni dla celów lepszego zobrazowania zmienności struktury geometrycznej powierzchni, rozdzielnia składowych struktury geometrycznej powierzchni, diagnozowania nieprawidłowości rozumianych jako odchylenie od stanu wzorcowego.**

Wnioski z przeprowadzonych badań literaturowych i eksperymentalnych zostały zamieszczone w rozdziale 6.1. Doktorant podzielił wnioski na pięć części: wnioski dotyczące stanu literatury, wnioski dotyczące doboru falki bazowej, wnioski dotyczące minimalnej grubości warstwy skrawanej, wnioski dotyczące oceny parametru posuwu na ostrze i posuwu na obrót oraz wnioski dotyczące weryfikacji koncepcji analizy powierzchni zmierzonej w celu wyznaczenia składowych nierówności powierzchni. W rozdziale 6.2 zamieszczono cztery kierunki dalszych badań.

Wypunktowano łącznie 16 wniosków, które wynikają bezpośrednio z przeprowadzonych badań.

5. Ocena poziomu naukowego pracy

Pod względem poziomu naukowego, rozprawę doktorską mgra inż. Damiana Gogolewskiego należy ocenić pozytywnie, zarówno ze względu na kompleksowość poruszanych i opracowanych w niej zagadnień, jak i analizy otrzymanych wyników badań. Praca jest spójna i dobrze zaprogramowana pod względem metodycznym i merytorycznym. Za zasadnicze osiągnięcia uważam:

- próbę usystematyzowania badań z zakresu doboru parametrów przekształcenia falkowego dla przestrzennych pomiarów powierzchni
oraz
- przebadanie wieloaspektowe struktury geometrycznej powierzchni stali C45 po frezowaniu czołowym.

Powyższe dokonania mają charakter nowatorski, co świadczy, że Doktorant realizując pracę doktorską, wykazał się dużą inwencją twórczą oraz umiejętnością prowadzenia zaawansowanych badań eksperymentalnych. Świadczy to o Jego dobrym przygotowaniu do samodzielnego prowadzenia prac naukowych.

6. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Mimo znacznej złożoności tematyki rozprawa doktorska mgr inż. Damiana Gogolewskiego jest napisana w sposób zrozumiały. Co prawda, w tekście rozprawy zdarzają się niekiedy nieścisłości, błędy literowe i językowe oraz sformułowania wywołujące wątpliwości. Mają one w większości charakter uchybień edytorskich.

Poniżej przykładowo przedstawiłem niektóre pytania oraz uwagi krytyczne i dyskusyjne. Nie umniejszają one mojej pozytywnej oceny recenzowanej rozprawy, a mogą stanowić pewną wskazówkę i pomoc w dalszych naukowych poczynaniach Autora.

1. Na str. 7÷9 w wykazie ważniejszych skrótów i oznaczeń dane powierzchni określane są jako 2D, 3D, natomiast brakuje spójności oznaczeń w stosunku do zastosowanych metod analizy sygnału, przykładowo dla danych powierzchni 3D dobrano transformację 2D.
2. Na rysunku 1.2 znajduje się wiele oznaczeń, które nie są spójne z tekstem, z normami oraz nie zostały wyjaśnione w spisie oznaczeń.
3. Na rys. 4.2 pojawia się symbol f jako prędkość posuwu, którego brak jest w oznaczeniach; w normie pojawia się symbol v_f .
4. Powinno być ujednoczone kilka symboli definiujących falkę bazową (podstawową, matkę) tj ψ , ϕ , Φ
5. Na rys. 2.4, po prawej stronie, nie powinno być osi, gdyż są to poszczególne, przeskalowane i przesunięte, wersje falki podstawowej.
6. We wzorze (2.1) – brak komentarza dlaczego funkcja $f(x,y)$ odnosi się do dyskretnego obszaru $M \times N$; funkcja ψ powinna być podana jako zależność od x i y – $\psi(x,y)$.
7. Rys. 2.8a i 2.8b, 4.1 prezentują optymalne drzewa dekompozycji. Są to raczej przykłady drzew, a nie drzewa optymalne. Jeśli to są drzewa optymalne, to wymagają podania pełnej informacji o zadaniu, celu, kryteriach i metodach optymalizacji.
8. Na str. 51 nad wzorem 4.13 podano $\ln(0)=0$, co jest oczywistym błędem edycyjnym. W tekście źródłowym jest $\mu(0)=0$. Funkcja 4.13 natomiast określa zmodyfikowany współczynnik entropii Shanonna.
9. Na str. 105 Doktorant podaje: „Na podstawie przedstawionych wniosków ogólnych oraz uzytylarnych można potwierdzić słuszność, postawionej w pracy tezy badawczej...” Zdanie to należałoby inaczej sformułować. W naukach empirycznych nie dowodzi się tezy, natomiast weryfikuje się hipotezy, że wyniki badań nie stanowią podstaw do odrzucenia założonej hipotezy czy tezy pracy.
10. Inne uwagi edycyjne zostały przekazane bezpośrednio Autorowi pracy.

7. Ocena końcowa rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska **mgra inż. Damiana Gogolewskiego** dotyczy zastosowania nowoczesnych metod przetwarzania sygnałów trójwymiarowych w zastosowaniach do diagnozowania przestrzennego stanu powierzchni. Autor rozprawy, stosując podejście i metody naukowe, przeanalizował i rozwiązał szereg złożonych problemów związanych z analizą powierzchni obrobionej o dużej wartości poznawczej i aplikacyjnej. Zaproponowany w rozprawie sposób rozwiązania tych problemów świadczy o szerokiej wiedzy oraz o dobrym przygotowaniu Autora rozprawy w zakresie rozwiązywania złożonych problemów metrologicznych, a także w zakresie prowadzenia badań eksperymentalnych.

Po zapoznaniu się z rozprawą doktorską **mgra inż. Damiana Gogolewskiego pt. "Ocena przydatności dwuwymiarowej transformaty falkowej do diagnozowania przestrzennego stanu powierzchni"** stwierdzam, że rozprawa ta stanowi w pełni oryginalne i wartościowe rozwiązanie trudnego problemu naukowego. Spełnia ona wszystkie wymagania stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595), a w szczególności w art. 13. tej ustawy. Wnioskuje, zatem, o dopuszczenia rozprawy doktorskiej mgra inż. Damiana Gogolewskiego do publicznej obrony.