

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**mgr inż. Michała Skrzyniarza**

**Z**

**Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn  
Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach**

**nt.: WPŁYW WYBRANYCH WARUNKÓW OBRÓBKI NA  
STRUKTURĘ GEOMETRYCZNĄ POWIERZCHNI TOCZONYCH  
WZDŁUŻNIE**

**Promotor: dr hab. inż. Edward Miko, Prof. Politechniki  
Świętokrzyskiej**

Szczecin, dn. 3.12.2018 r.

Szczecin, dn. 12.12.2018 r.

dr hab. inż. Janusz Cieloszyk  
Zachodniopomorski Uniwersytet  
Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki  
Instytut Technologii Mechanicznej

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Michała SKRZYNIARZA

z

Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn  
Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach

### pt.: " WPŁYW WYBRANYCH WARUNKÓW OBRÓBK I NA STRUKTURĘ GEOMETRYCZNĄ POWIERZCHNI TOCZONYCH WZDŁUŻNIE "

Promotor: dr hab. inż. Edward Miko  
prof. Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach

*Podstawa opracowania recenzji: pismo Dziekana Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej z dnia 29 października 2018 r. (L.dz. MD-510 /206/2018) do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej.*

*Ocenę rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała SKRZYNIARZA z Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, której promotorem jest dr hab. inż. Edward Miko przedstawiam na podstawie tekstu rozprawy, a także znanych mi prac opublikowanych i prezentowanych przez Autora oraz zespół w którym pracował.*

#### 1. Ocena tematu i koncepcji rozprawy

Autor rozprawy doktorskiej o charakterze doświadczalno teoretycznym, Pan Michał Skrzyniarz podjął się trudnego zadania modelowania struktury geometrycznej powierzchni po procesach obróbki skrawaniem.

Jak słusznie zauważył we wstępie do swojej pracy obróbka skrawaniem jest jedną z podstawowych technik wytwarzania części maszyn i mimo znaczącego rozwoju innych

metod wytwarzania, w wielu obszarach jest ciągle niezastąpiona. Jednocześnie postęp w obróbce skrawaniem powoduje, że w wielu obszarach procesy technologiczne mogą być zredukowane i realizowane szybciej i taniej. Słusznie wskazuje również na fakt, że obróbka narzędziami o ustalonej geometrii ostrza (np. toczeniem, frezowaniem) może zastąpić w procesie technologicznym bardziej pracochłonne operacje szlifowania. W tych przypadkach niezbędne jest poznanie wszystkich zjawisk odpowiedzialnych za kształtowanie dokładnej **struktury geometrycznej powierzchni (SGP)**, a w szczególności resztkowej części nadatku obróbkowego, przemieszczeń względnych **narzędzia i przedmiotu obrabianego (N-P)** oraz promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej (a nie tylko promienia naroża ostrza!).

Wiele z problemów związanych z kształtowaniem SGP w obszernej literaturze przedmiotu zostało dla różnych procesów obróbki ubytkowej zbadanych i opisanych. Można się zgodzić z autorem, iż nie opisano i nie opracowano dotychczas w wystarczającym stopniu tych, które badał i modelował w swojej dysertacji. Szkoda tylko, że autor ograniczył swoje analizy i badania doświadczalne do konwencjonalnego procesu obróbki, prostego toczenia wzdłużnego, stali ulepszonej cieplnie do twardości 35 HRC.

Współcześnie, bardzo często dla realizacji tych celów podejmowane są badania laboratoryjne, próby i realizacje przemysłowe obróbki materiałów utwardzonych (**obróbki na twardo, HM -Hard Machining**) oraz obróbki z dużymi prędkościami posuwu, dużą wydajnością (**obróbki HSM -High Speed Machining**) i z dużymi prędkościami skrawania (**HSC -High-Speed Cutting**). Bogaty obszar badań w interesującej dla Autora rozprawie tematyce stanowią również publikacje dotyczące obróbki nowych materiałów konstrukcyjnych (często trudnoobrabialnych).

## 2. Ocena celu, tezy i zakresu rozprawy

W ocenianej rozprawie Doktorant przyjął typowe cele dla badań zjawisk występujących nie tylko w procesie toczenia, ale również w innych odmianach skrawania. Podjął się opracowania:

- a) szybkiej i jednoznacznej (może bardziej precyzyjnej) metody pomiaru minimalnej grubości warstwy skrawanej oraz określenie jej korelacji z geometrią ostrza oraz parametrami technologicznymi obróbki (chodzi tutaj pewnie o korelację grubości warstwy skrawanej z parametrami technologicznymi obróbki, geometrią ostrza),
- b) stanowiska do pomiaru przemieszczeń względnych w układzie N-P pozwalającego na dokonanie pomiaru w dwóch niezależnych kierunkach jednocześnie,
- c) modelu do prognozowania parametru  $R_a$  chropowatości powierzchni toczonych wzdłużnie,
- d) wykresów odchylenia standardowego  $D(\xi)$  przemieszczeń względnych N-P w funkcji posuwu, prędkości skrawania oraz promienia zaokrąglenia krawędzi ostrza skrawającego.

Doktorant zamierzał dokonać analizy wpływu:

- a) posuwu i prędkości skrawania na parametry chropowatości wytworzonych powierzchni,
- b) promienia naroża ostrza skrawającego na wartość drgań generowanych w **układzie obrabiarka, uchwyty, przedmiot obrabiany, narzędzie (OUPN)**.

Podjął się porównania „*modeli do prognozowania parametru chropowatości  $R_a$  z wykorzystaniem danych zebranych podczas eksperymentu z wartościami rzeczywistymi*”.

Sformułowanie to dotyczące porównania modeli SGP nie jest jednoznaczne, jeśli pamiętamy, że całą wiedzę o stanie SGP czerpiemy z jej obserwacji i pomiarów. Nie jest jasne, jakie wartości w związku z tym traktuje Autor jako rzeczywiste.

Cele pracy obejmują typowe problemy analityczne i doświadczalne. Nie wyróżnia jej znacząca innowacyjność. W sensie jakościowym będą raczej potwierdzeniem wyników podobnych prac np. wpływu: posuwu i prędkości skrawania na parametry chropowatości wytworzonych powierzchni (klasycznie, wzrost posuwu to zwiększenie parametrów chropowatości, zwiększenie prędkości to zmniejszenie tych parametrów), promienia naroża ostrza skrawającego na wartość drgań generowanych w układzie N-P (zwiększenie prawdopodobieństwa drgań i ich negatywnego wpływu na kształtowanie SGP).

Określenie korelacji minimalnej grubości warstwy skrawanej z geometrią ostrza oraz parametrami technologicznymi obróbki było tematem licznych prac i ocena jakościowa nie stwarza znaczących problemów. Wszystkie zamierzenia Autora są natomiast cenne ze względu na ilościowe oceny we wszystkich konfiguracjach badań dla danego układu OUPN.

Dla realizacji przyjętych celów, Autor określa zakres pracy, który w pewnych obszarach budzi uwagi i pytania. Można dostrzec brak spójności między pomiarami wybranych parametrów SGP 2D i 3D a opracowaniem teoretyczno-doświadczalnego modelu do prognozowania powierzchni, w postaci tylko dwuwymiarowego parametru  $R_a$  chropowatości powierzchni.

Znaczącą nowością mogłaby być próba określenia nowych modeli dla parametrów powierzchni 3D (np.  $sR_a$ ,  $sR_q$ ,  $sR_v$ ,  $sR_p$ ).

Zakres prac dotyczących „przeprowadzenia prób skrawania z jednoczesnym monitorowaniem wybranych czynników towarzyszących procesowi skrawania” w ocenianej dysertacji jest ograniczony. Dzisiaj już nie tylko w warunkach laboratoryjnych ale często w nowoczesnej działalności przemysłowej monitorowanie to może obejmować nie tylko drgania, ale siłę, temperatury skrawania, kontrolowanie wióra i procesu chłodzenia.

Realizacja złożonych celów w zaproponowanym przez autora zakresie stanowi podstawę do udowodnienia słuszności tezy pracy, które zostały sformułowane w następujący sposób:

- *istnieją charakterystyczne przedziały posuwu dla którego proces formowania wióra jest utrudniony bądź niemożliwy, wartość posuwu powiązana jest z geometrią ostrza skrawającego,*
- *przemieszczenia względne w układzie narzędzie przedmiot obrabiany są uzależnione od promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej i parametrów technologicznych procesu skrawania.*

Sformułowane tezy pracy są dość oczywiste w kategoriach jakościowych. Mogą obronić się w kategorii ilościowej. W podsumowaniu opisu kolejnych zadań, sam autor stwierdza, że prezentuje wyniki i modele „*ale odnoszą się one tylko i wyłącznie do toczenia wzdłużnego materiału obrabianego X37CrMoV5-1 narzędziem z płytką wymienną o ustalonym narożu ostrza skrawającego*”.

W tezie dotyczącej poszukiwania charakterystycznych wartości przedziału posuwu w procesie skrawania Autor odnosi te wartości do wióra, zamiast konsekwentnie pozostać przy pojęciu minimalnej grubości warstwy skrawanej. Należy bowiem pamiętać, że powstawaniu wióra towarzyszy deformacja warstwy skrawanej, z której się on tworzy, a co uzależnione jest od wielu czynników (materiału obrabianego, geometrii ostrza, parametrów technologicznych, niezamierzonych przemieszczeń względnych N-P).

### 3. Ocena merytoryczna rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska obejmuje 126 stron druku podzielonego na pięć rozdziałów poprzedzonych wykazem symboli i skrótów oraz spisem literatury, rysunków, a także jednostronicowymi streszczeniami w języku polskim i angielskim.

Spis literatury (str. 112) stanowi 99 pozycji, na które składają się przede wszystkim najnowsze monografie, znaczące (w podjętym temacie) artykuły naukowe autorów polskich i zagranicznych w przeważającej liczbie w języku angielskim, katalogi, instrukcje, strony www i norma.

Zamieszczony spis różnorodnych publikacji i poprawne odniesienia do odpowiednich pozycji umieszczone w całym tekście rozprawy świadczą, że autor posiadał znajomość aktualnej wiedzy teoretycznej i literatury przedmiotu. Wykazał właściwe rozeznanie naukowej problematyki w zakresie objętym dysertacją, a co wymagane jest jako istotny element w pozytywnej ocenie dysertacji.

Stwierdzam, że w odniesieniu do zaproponowanego tematu analiza literatury mimo uchybień została przeprowadzona w sposób zwięzły, przejrzysty i na poziomie potwierdzającym przygotowanie mgr inż. Michała Skrzyniarza do podjęcia problemu naukowego dysertacji.

Rozprawa zawiera łącznie 70 czytelnych ilustracji w postaci rysunków, schematów, wykresów oraz fotografii zgodnie ze spisem zawartym na stronie 119, oraz 23 tabele, których spis zamieszczono na stronie 123.

Układ dysertacji, proporcje poszczególnych jej części, jak i przejrzystość i podział treści pracy oceniam jako poprawny. Na wysoką ocenę zasługuje szata graficzna ocenianej publikacji z czytelnymi rysunkami, obrazami powierzchni, wykresami, schematami i tabelami.

We wstępie pracy Autor krótko omawia wagę SGP w procesach obróbki ubytkowej wyróżniając szczególnie te elementy jej kreowania i ich uwarunkowania, które stają się wiodącymi elementami podjętymi w rozprawie doktorskiej (resztkowa część naddatku obróbkowego- minimalna grubość warstwy skrawanej(?), drgania względne przedmiotu obrabianego, promień zaokrąglenia krawędzi skrawającej). Przedstawiony został tu również zakres badań doświadczalnych podjętych w dysertacji. Brak jest natomiast informacji o próbie stworzenia modeli kształtowania SGP. Ta część pracy stanowi zwięzłe ale akceptowalne wprowadzenie w tematykę recenzowanej rozprawy.

W rozdziale pierwszym zatytułowanym „Struktura geometryczna powierzchni po obróbce tokarskiej” Autor przedstawia czytelnie stan badań z zakresu tematu rozprawy w na podstawie analizy literatury. Kolejno prezentuje dostępne wzory do obliczeń wybranych parametrów SGP: niestety tylko parametr  $R_t$  (rozdział 1.1) i  $R_a$  (rozdział 1.2). Wzór 6 dla parametru  $R_t$  zaczerpnięty z książki Kunstettera S., Narzędzia skrawające do metali, Warszawa: WNT, 1973 jak i wzór 11 dla parametru  $R_a$  (z pracy Rusek P., Dynamika procesu konstituowania chropowatości powierzchni sposobami obróbki wiórowej, Kraków: 1979) zawierają braki symboli. Szkoda, że Autor nie ustosunkowuje się do faktu wyboru tylko tych parametrów opisu SGP. Jednocześnie w dalszej części rozprawy prezentuje wyniki przestrzennych (3D) pomiarów i oceny powierzchni obrobionych toczeniem w postaci obrazów opisywanych licznymi parametrami przestrzennymi 3D dla powierzchni pierwotnej, chropowatości i falistości. W wyniku badań analityczno doświadczalnych proponuje jednak model w postaci wzoru opisującego powierzchnię parametrem  $R_a$ . Parametr ten, jeden z najstarszych, jest najbardziej tradycyjnym, najczęściej używanym, ale też w ostatnich latach wskazywany, jako nie zawsze jednoznacznie opisujący SGP.

W podrozdziale 1.3.1 i 1.3.2 Doktorant dokonuje czytelnej wizualizacji badań symulacyjnych wpływu promienia naroża ostrza skrawającego oraz resztkowej części warstwy skrawanej dla zmiennych wartości posuwu od 0 do 0,3 [mm] na kształtowanie chropowatości powierzchni opisanej parametrem  $R_t$  i  $R_a$  dla różnych wzorów przytoczonych wcześniej. Czytelnik otrzymuje przejrzystą wizualizację tych zależności.

W podrozdziale 1.3.3 i 1.3.4 przedstawiane badania symulacyjne dotyczą oddziaływania przemieszczeń względnych w układzie N-P oraz geometrii ostrza; kąta przystawienia i pomocniczego kąta przystawienia na chropowatość obrabianej powierzchni.

Dyskusyjne wydają się badania symulacyjne dotyczące oceny wpływu parametrów technologicznych na wartość chropowatości określonej parametrem  $R_a$  opisane w podrozdziale 1.3.5. Wartość parametru  $R_a$  wyznaczana dla równania zamieszczonego na podstawie pracy autorów: LIN W.S., LEE W.B., WU C.L., (*Modeling the surface roughness and cutting force for turning*, Journal of Materials Processing Technology, 2001, T. 108, s. 286–293) w przedziałach zmienności parametrów technologicznych posuwu, prędkości i głębokości (zakładanych przez autora dysertacji, czy słusznie?) przyjmuje niedopuszczalne wartości ujemne. Wydaje się to tym bardziej rażące, że zawsze wszystkie zależności o charakterze analityczno-doświadczalnym są poprawne w ustalonych zakresach parametrów, albo wymagają szczególnej weryfikacji i modyfikacji w innych nie uwzględnianych na etapie tworzenia modelu zakresach zmian parametrów wprowadzanych do modelu. Autor również zmierza do wypracowania zależności opisującej zmienność parametru  $R_a$  tylko w określonych warunkach realizacji procesu obróbki (charakterystyczne cechy układu OUPN).

W podsumowaniu rozdziału 1.3 kilka wniosków (np. 1,2,5 ) jest może nadto oczywista. Dyskusyjny i nie do końca jednoznaczny jest wniosek 7. Jeden parametr opisu SGP nie w pełni charakteryzuje i opisuje daną powierzchnię. Z drugiej strony dla wyboru (przez technologa) parametrów technologicznych obróbki dla osiągnięcia oczekiwanej, tylko jednej wartości wybranego parametru opisu SGP może być okazać się dobrym narzędziem. W tym przypadku, nawet bardziej rozbudowane modele nie uwzględniające, jako zmiennych parametrów technologicznych, mogą być w małym stopniu utylitarne.

W kolejnym podrozdziale (1.4) autor słusznie podkreśla wagę i analizuje wpływ minimalnej grubości warstwy skrawanej na kształtowanie powierzchni (szczególnie istotne dla bardzo dokładnego toczenia wykańczającego). Porównuje metody określania i modele opisu minimalnej grubości warstwy skrawanej. Niezbyt fortunie zostało jednak przyjęte określenie, że „w strefie skrawania wyróżnić można trzy etapy oddziaływania krawędzi ostrza skrawającego”. Chodzi tutaj wprost o relacje między głębokością skrawania a minimalną grubość warstwy skrawanej dla danego układu OUPN. Jednocześnie dodatkowe powołanie się na rysunek 20 (niezbyt precyzyjnie zatytułowany) mogłoby stanowić dobre wyjaśnienie i uzupełnienie tego zagadnienia.

Trudno też „a priori” przyjąć w tej części pracy wniosek autora, że za pomocą wartości parametru  $h_{min}$  można w sposób pośredni określić stopień zużycia krawędzi skrawającej ostrza narzędzia.

W ostatniej części rozdziału 1 (podrozdział 1.5) w zwięzły poprawny sposób autor analizuje konstrukcje stanowisk do badań przemieszczeń względnych N-P podczas obróbki tokarskiej, opisane w literaturze przedmiotu. Wskazuje na ograniczenia tych stanowisk, co będzie przydatne na etapie projektowania i wykonania własnego układu pomiaru przemieszczeń N-P, który stanowi bardzo istotny element wykonanej dysertacji.

W rozdziale 3 autor prezentuje metodykę badań doświadczalnych, które realizuje dla przyjętych zadań. Bardzo poprawnie dokonuje identyfikacji promieni krawędzi skrawających użytych ostrzy z wykorzystaniem nowoczesnego układu i oprogramowania, które zostaje zrealizowane na specjalnym stanowisku w laboratorium badawczym

producenta narzędzi. Dzięki temu otrzymuje rzeczywiste, wiarygodne wartości promienia krawędzi skrawających użytych w badaniach (a nie tylko uśrednione dane katalogowe).

Znaczącym osiągnięciem autora jest opracowanie ( podrozdział 3.4. i 3.5) stanowiska i metod pomiaru:

- minimalnej grubości warstwy skrawanej z wykorzystaniem pomiarów profilometrycznych profilometrem do pomiaru SGP. Zaproponowana metoda umożliwia szybki i prosty sposób oceny minimalnej grubości warstwy skrawanej również dzięki łatwemu przygotowaniu próbek i ich pomiarowi,
- przemieszczeń względnych N-P podczas toczenia wzdłużnego. Stanowisko zaprojektowane przez autora wykorzystuje zaprojektowane i wykonane wspólnie z zespołem z Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej głowicę pomiarową, która umożliwia szybki, dokładny pomiar przemieszczeń, dla różnych rodzajów obrabianych materiałów oraz dla szerokiego zakresu średnic przedmiotów obrabianych.

Zaproponowane i wdrożone rozwiązanie charakteryzuje się uniwersalnością. Konstrukcja głowicy pozwala na wykorzystanie jej do pomiarów różnych systemów narzędziowych wykorzystywanych na większości tokarek CNC i tokarskich centrów obróbczych.

Dla doskonalszej, czytelniejszej prezentacji głowicy i jej działania korzystne byłoby oznaczenie osi, w których odbywa się pomiar przemieszczeń N-P nie tylko na rysunku 37, ale również kolejnych (rys.38-40) gdzie pokazano zamontowaną głowicę pomiarową (a nie tylko schemat).

Wyniki poszukiwania minimalnych wartości grubości warstwy skrawanej wykorzystując, co jest dodaną wartością w pracy, pomiary przestrzenne powierzchni (3D) i w profilu (2D) autor opisuje w podrozdziale 4.1. Kilka wniosków podsumowujących te badania jest jednak dyskusyjne, przede wszystkim dlatego, że nie wynikają z prezentowanych badań autora, a głównie z analizy literatury (np. wniosek 3, wniosek 7).

Zaskakujący w świetle wcześniejszych rozważań jest również wniosek końcowy, gdzie Autor stwierdza, że: *„dla badanego materiału i wybranych narzędzi rezygnuje z uwzględnienia parametru  $h_{min}$  jako istotnego dla kształtowania chropowatości powierzchni dla przyjętego zakresu badań”*.

W podrozdziale 4.2 Autor starannie obrazuje wyniki zarejestrowanych w układzie OUPN przemieszczeń N-P. Słusznie podkreśla, że uzyskane wyniki mogą być wykorzystane do prognozowania chropowatości powierzchni, jak również do weryfikacji istniejących modeli które opisują powierzchnię po toczeniu. Natomiast zbyt optymistyczne wydaje się wnioskowanie (znów bez doświadczalnej weryfikacji), że za pomocą pomiaru przemieszczeń N-P można w sposób pośredni określić stopień zużycia ostrza skrawającego (przemieszczenia zależą od wielu czynników związanych z całym układem OUPN). Ogólnie stwierdzenie jest słuszne, ale nie przydatne dla oceny ilościowej, nie udowodnione badaniami Autora.

Pogłębioną analizę SGP przy zmiennych, założonych w planie badań parametrach technologicznych zamieszcza Autor w podrozdziale 4.3. Przedstawiono poprawnie zrealizowane pomiary, zarówno w układzie profili powierzchni 2D, jak i przestrzennych pomiarach 3D. Szkoda tylko, że Autor nie spożytkował wyników tych badań (i nie kontynuował ich) dla wypracowania modelu SGP, który uwzględniałby przestrzenne (3D) parametry SGP (np.: SRA, SRz). Zastanawiające jest również prowadzenie analizy powierzchni tylko w oparciu o 103 z 1200 zarejestrowanych profili. Czy wykonanie tak dużej liczby profili było niezbędnym w realizacji badań doświadczalnych ?

Najważniejsze wyniki analiz i badań przede wszystkim w postaci autorskiego modelu prognozowania parametru chropowatości Ra powierzchni toczonych wzdłużnie zawiera podrozdział 4.4.

Dla wykazania niedoskonałości w modelowaniu parametru Ra na wspólnym wykresie (rys.69) zamieszczono wartości prognozowane dla różnych wzorów z uzyskanymi w badaniach doświadczalnych. Autor wskazuje na różnice, co daje podstawę do opracowania własnej zależności. Należy jednak podkreślić, co w konkluzji znajdujemy również w pracy, że modele typu analityczno-doświadczalnego najdoskonalej oddają rzeczywistość w warunkach obróbki, w których zostały określone. Każde odchylenie (a czynników związanych ze wszystkimi elementami układu OUPN jest bardzo dużo) może przyczynić się do rejestrowanych różnic. Jak na tym tle interpretować wyniki zamieszczone na rys. 69 ?

Wzór doświadczalny zaproponowany przez autora uwzględniający wpływ takich parametrów jak posuw, promień naroża ostrza, przemieszczenia względne w układzie N-P w osi X i Y, zgodnie z wykresami na rys.70, poprawnie modeluje wartości parametru Ra.

Należy zgodzić się również ze stwierdzeniem Autora, że pośrednio został w modelu uwzględniony parametr promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej przez jej wpływ na wartość generowanych przemieszczeń podczas obróbki. Takie, pośrednie uwzględnienie promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej w modelu nie jest praktyczne dla technologów, badaczy którzy chcieliby na jego bazie przyjąć warunki obróbki dla uzyskania powierzchni o założonej SGP. W przypadku innego układu OUPN nie będzie możliwe określenie np. udziału promienia naroża, wśród innych czynników, na wartość przemieszczeń N-P.

#### **4. Ocena poziomu naukowego rozprawy**

Poziom naukowy pracy mgr. inż. Michała Skrzyniarza oceniam, jako poprawny, przede wszystkim ze względu na opracowanie praktycznej metody wyznaczenia minimalnej grubości warstwy skrawanej i przeprowadzone serie pomiarów w celu wyznaczenia tych wartości i skorelowaniu ich z promieniem zaokrąglenia ostrza narzędzia.

Znaczącą wartością w pracy jest również zaprojektowany i wykonany układ do pomiaru przemieszczeń względnych narzędzia i przedmiotu obrabianego w oparciu o bezstykowe czujniki przemieszczeń. Głowica pomiaru przemieszczeń N-P jako jeden z najważniejszych elementów układu pomiarowego jest konstrukcją opatentowaną, która znalazła szerokie uznanie na wystawach osiągnięć wynalazczych w Genewie i Warszawie (nagrodzona złotym medalem w 2017 roku). Doktorant był współtwórcą tej głowicy.

Autor wykazał się umiejętnością planowania badań doświadczalnych i ich realizacją. W badaniach tych wykazał poprawne wykorzystania nowoczesnej aparatury badawczej, konfigurowanie i obsługę niezbędnych stanowisk badawczych, w tym: stanowisko do pomiaru przemieszczeń względnych N-P, minimalnej grubości warstwy skrawanej, układu pomiaru SGP, stanowiska pomiaru geometrii ostrza.

Wymienione powyżej osiągnięcia świadczą o opanowaniu warsztatu naukowego i eksperymentalnego przez Autora oraz o umiejętnym i konsekwentnym dążeniu do rozwiązania problemów naukowych określonych przede wszystkim w założonym celu pracy (mimo kontrowersji co do zakresu dotyczącego toczenia wzdłużnego typowych materiałów konstrukcyjnych).



## 5. Ocena poziomu redakcyjnego rozprawy

Rozprawa została napisana poprawnym językiem technicznym i poprawnie zredagowana. Starannie przygotowana edytorsko z czytelnymi schematami, ilustracjami i wykresami.

Wykazane uchybienia oraz potknięcia stylistyczne (wskazane w tekście) nie są decydujące w odniesieniu do objętości rozprawy i ich wagi. Nie wpływają w bardzo znaczący sposób na czytelność przekazywanych treści, a tym samym na końcową pozytywną ocenę poziomu merytorycznego rozprawy.

## 6. Wniosek końcowy

Przedstawiona rozprawa doktorska należy do obszaru badawczego, związanego z badaniami i modelowaniem kształtowania SGP w procesach obróbki ubytkowej, co jest jednym z najważniejszych elementów w projektowaniu każdego procesu obróbki (szczególnie wykańczającej) i kryteriów jego oceny.

Pracę oceniam, jako przydatną dla celów praktycznych. Autor na przykładzie uzyskanych wyników badań, (co prawda najbardziej klasycznego, najprostszego typowego sposobu obróbki toczenia wzdłużnego) wykazał, czego dokonał w trakcie realizacji zadań konstrukcyjnych, analitycznych i eksperymentalnych. Potrafił dojść do poprawnych i logicznych wniosków sformułowanych na odpowiedniej podbudowie teoretycznej która była efektem studiów literatury z elementarną analizą dostępnych modeli SGP.

W świetle dokonanej analizy i sformułowanych ocen rozprawy doktorskiej mgr. inż. Michała Skrzyniarza z Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej pt.: "Wpływ wybranych warunków obróbki na strukturę geometryczną powierzchni toczonych wzdłużnie" której promotorem jest dr hab. inż. Edward Miko prof. Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach mogę stwierdzić, iż doktorant mgr inż. Michał Skrzyniarz mimo wskazanych niedociągnięć swojej pracy:

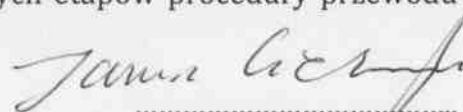
- przyjął spójny zakres zagadnień rozpatrywanych w rozprawie,
- opanował na wymaganym poziomie metody i narzędzia badawcze w zakresie podjętej tematyki to jest technologii obróbki skrawaniem, w tym narzędzia informatyczne, metrologiczne służące do rozwiązywania problemów badawczych,
- wykazał się umiejętnością planowania badań eksperymentalnych i symulacyjnych oraz obiektywnością w ocenie uzyskanych wyników,
- wykazał się umiejętnością tworzenia i konstruowania ciekawego, opatentowanego rozwiązania głowicy do pomiaru przemieszczeń N-P,
- w prawidłowy i metodyczny sposób przeprowadził proces dowodzenia przede wszystkim poprawności uzyskanych wyników dla przyjętych celów pracy, jak również też rozprawy doktorskiej (jednak niedoskonałych i mało innowacyjnych),
- stworzył podstawy do dalszych badań i zastosowań uzyskanych konstrukcji i wyników analitycznych i doświadczalnych ale przede wszystkim w nowoczesnych sposobach i odmianach obróbki lub obróbki nowych materiałów konstrukcyjnych,
- uzyskał wyniki, które mogą być wykorzystane w innych pracach wdrożeniach dotyczących również innych sposobów obróbki skrawaniem.

Na podstawie przedstawionych ocen, uwag i opinii stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Michała Skrzyniarza **spełnia** wymagania stawiane pracom doktorskim zgodnie z

ustawą z dnia 14 marca 2003 r. (o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami Dz. Ustaw z 2017 r., poz. 1789).

Dysertacja **mieści się w dyscyplinie „Budowa i Eksploatacja Maszyn”**.

Wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie Autora do dalszych etapów procedury przewodu doktorskiego.



.....  
/ dr hab. inż. Janusz Gieloszyk  
Zachodniopomorski Uniwersytet  
Technologiczny w Szczecinie /