

Prof. dr hab. inż. Leon Kukiełka
Profesor zwyczajny Politechniki Koszalińskiej
Wydział Mechaniczny
ul. Raławicka 15-17
75-620 Koszalin

**RECENZJA DOROBKU NAUKOWEGO
ORAZ DYDAKTYCZNEGO I ORGANIZACYJNEGO**

Dr inż. Marka KOWALIKA
z Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu

**w związku z postępowaniem habilitacyjnym prowadzonym
przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów**

dziedzina: *Nauki techniczne*
dyscyplina: *Budowa i eksploatacja maszyn*

Podstawa opracowania recenzji:

pismo Nr RM/531-01-09/2014 z dnia 26.03.2014 r. Prodziekana ds. Nauki i Rozwoju Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej Pana Prof. nadzw. dr hab. inż. Grzegorza BUDZIKA.

Ocenę dorobku naukowego oraz dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Marka KOWALIKA przedstawiam na podstawie autoreferatu Kandydata, wykazu opublikowanych prac naukowych i twórczych prac zawodowych, monotematycznego cyklu 8 publikacji pt. „Teoretyczne i doświadczalne zagadnienia procesu walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych o przekroju kołowym”, a także dobrej znajomości dokonań Habilitanta obserwowanych w okresie ponad 20 lat.

Koszalin, dnia 09.04.2014 r.

1. Krótki przebieg dotychczasowej pracy Habilitanta

Marek Kowalik urodził się w 1958 roku w Radomiu. W 1978 roku ukończył Technikum Mechaniczne z pierwszą lokatą, uzyskując tytuł zawodowy technika obróbki skrawaniem. W latach 1978-1983 studiował na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Warszawskiej na specjalności obrabiarki i urządzenia technologiczne. Studia ukończył w 1983 z wynikiem bardzo dobrym broniąc pracę magisterską nt. „*Opracowanie konstrukcji i sterowania adaptacyjnego przecinarki z automatycznym cyklem pracy*”, wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. inż. L.T. Wrotnego.

Pracę zawodową rozpoczął w 1983 roku w Przedsiębiorstwie Produkcyjno-Remontowym Energetyki, jako technolog obróbki części zamiennych do turbin parowych, a następnie jako główny technolog na wydziale obróbki skrawaniem CNC. Na stanowisku technologa zajmował się opracowaniem procesów technologicznych części turbin parowych i układów regulacji pary oraz nadzorem nad ich wykonaniem. W tym okresie Habilitant opracował kilkadziesiąt technologii obróbki powierzchni krzywoliniowych wykonanych ze stali trudnoobrabialnych oraz kilkunastu technologii regeneracji części zaworów pary przegrzanej poprzez: stelliteowanie, obróbkę skrawaniem części o twardości 50 HRC oraz kontrolę pęknięć. Był również organizatorem wydziału obrabiarek CNC, gdzie wdrożył kilkadziesiąt procesów technologicznych i programów na obrabiarki CNC, które w większości polegały na obróbce powierzchni krzywoliniowych części wykonanych z materiałów wysokostopowych trudnoobrabialnych o podwyższonej twardości z zachowaniem chropowatości poniżej $R_a=0,8 \mu\text{m}$.

W 1986 roku rozpoczął pracę na stanowisko asystenta w Instytucie Budowy Maszyn Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Radomiu (obecnie Uniwersytet Technologiczno Humanistyczny). Prowadził zajęcia laboratoryjne, ćwiczeniowe i projektowe z przedmiotów *Technologia budowy maszyn, Obrabiarki, Metrologia i sterowanie urządzeń technologicznych*.

W latach 1987-1990 Habilitant uczestniczył w Centralnym Programie Badań Podstawowych 02.04. pt. *Teoretyczne Podstawy Technologii Maszyn oraz Konstrukcji Obrabiarek, Urządzeń Technologicznych i Narzędzi* oraz w Centralnym Programie Badawczo Rozwojowym CPBR 7.4 *Mechanizacja i Automatyzacja Procesów Obróbki i Montażu*. Dr inż. Marek Kowalik opracował i wykonał prototypy automatycznego stanowiska montażu transformatora oraz automatyczne stanowiska obsługujące gwinciarke i prasę.

W 1989 roku Habilitant rozpoczął współpracę naukową z prof. dr hab. inż. Józefem Jezierskim, który wprowadził Go do zespołu wdrażającego w PZL Wola technologię walcowania wzdłużnego śrub ściągowych do silników spalinowych. Pracując nad tematyką walcowania wzdłużnego wałków przed doktoratem Habilitant opublikował 3 artykuły i 5 referatów konferencyjnych.

W 1997 roku na Wydziale Mechanicznym Politechniki Radomskiej uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych na podstawie pracy doktorskiej pt. „*Badania wybranych własności mechanicznych wałków nagniatanych wzdłużnie na zimno z różnym stopniem odkształcenia, wykonanych metodą ciągnięcia i pchania*”. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Józef Jezierski.

Po obronie pracy doktorskiej Habilitant kontynuował współpracę z przemysłem, głównie firmami Odlewnie Polskie S.A. Philips Lighting, zajmując się zagadnieniami obróbki plastycznej na zimno, obróbki skrawaniem i montażu. Wynikiem współpracy było kilkanaście publikacji i referatów konferencyjnych dotyczących między innymi technologii walcowania gwintów o zarysach niekołowych, walcowania gwintów w żeliwie i śrub samoformujących.

W latach 2002-2011 dr inż. Marek Kowalik pełnił bardzo ważną funkcję kierownika biura technologicznego w Przedsiębiorstwie Radstar Sp. z o.o. w Starachowicach. Firma zajmowała się obróbką skrawaniem odlewów oraz produkcją mniejszych konstrukcji stalowych. Habilitant projektował i nadzorował procesy technologiczne oraz prowadził negocjacje z firmami zagranicznymi

w sprawach związanych z reklamacjami dostarczanych części, zakupami obrabiarek CNC i ich modernizacjami. Habilitant wielokrotnie przebywał w zakładach przemysłowych branży metalowej w Niemczech, Holandii, Francji, Danii i Szwecji negocjując kontrakty.

Po obronie pracy doktorskiej w 1997 Habilitant kontynuował pracę dydaktyczną na Uniwersytecie Technologiczno-Humanistycznym w Radomiu. Opracował programy nauczania i prowadził wykłady, laboratoria oraz projekty na studiach magisterskich i inżynierskich z przedmiotów *Technologia budowy maszyn*, *Projektowanie oprzyrządowania technologicznego* oraz *Seminaria dyplomowe*.

W tym okresie Habilitant naukowo zajmował się zagadnieniami plastycznego kształtowania części maszyn na zimno poprzez małe następujące po sobie odkształcenia plastyczne o małej wartości. Problemami tymi objęte są technologie walcowania gwintów, wykonywania połączeń, walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych i nagniatania. W okresie 1997÷2014, opublikował 9 publikacji w czasopiśmie wyróżnionych przez Journal Citation Reports (lista A Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego), 20 publikacji na liście B Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, 1 monografię, 1 podręcznik akademicki, 3 rozdziały w monografii w języku angielskim i 8 rozdziałów w monografii w języku polskim. Uczestniczył również w realizacji jednego projektu naukowo-badawczego oraz jednego projektu europejskiego i jednego projektu celowego.

Podsumowaniem dotychczasowej pracy naukowej Habilitanta było napisanie w 2012 r. monografii habilitacyjnej pt. „*Podstawy teoretyczne procesu walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych o przekroju kołowym*” a 2013 roku złożenie wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego na podstawie osiągnięcia naukowego: „*Teoretyczne i doświadczalne zagadnienia procesu walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych o przekroju kołowym*”.

2. Charakterystyka i ocena jednotematycznego cyklu publikacji

Zgodnie z Ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, art. 16, ust. 2, dr inż. Marek Kowalik wskazał cykl 8 jednotematycznych prac (w tym 1 monografia i 4 publikacje w czasopiśmie wyróżnionych przez Journal Citation Reports, tzw. listy filadelfijskiej), opublikowanych w latach 1997-2013, zatytułowany „*Teoretyczne i doświadczalne zagadnienia procesu walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych o przekroju kołowym*”. Są to:

1. **Kowalik M.:** Podstawy teoretyczne procesu walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych przekroju kołowym. Monografia. Wydawnictwo UTH w Radomiu, Radom 2012, str. 135, ISBN 978-83-7351-525-3.
2. **Kowalik M.:** Application of longitudinal cold rolling method in mass production of stepped shafts used in combustion engines. Archives of Civil and Mechanical Engineering. Vol. X, No. 4, 2010, pp. 45÷56, ISSN 1644-9665.
3. **Kowalik M.:** Influence of deformation on the structure and properties of materials in longitudinal cold rolling of multidiameter shafts. Materials Science. Vol. 46, No. 5, 2011, pp. 679÷684, ISSN 1069-820X (Print) 15733-885X (Online).
4. **Kowalik M.:** Calculation squeezing forces during longitudinal rolling for the final passage. The Archive of Mechanical Engineering. Vol. LV, No. 2, 2008, pp. 81÷91, ISSN 0004-0738.
5. **Kowalik M.:** Wpływ wysokości nierówności powierzchni obrabianej na wartość siły nacisku podczas wykańczającego walcowania wałków stopniowanych. Mechanik Nr 4/2010, str. 287÷290, ISSN 0025-6552.
6. **Kowalik M., Trzepieciński T.:** Symulacja zarysu roboczego rolek kształtujących w procesie walcowania wzdłużnego. Współczesne problemy technologii obróbki przez nagniatanie. T. III, Gdańsk 2011, str. 370÷381, ISBN 978-83-88579-57-8 (udział autora – 50%).

7. **Kowalik M.**, Trzepieciński T.: Experimental and numerical study of longitudinal cold rolling of the shafts. Steel Research International (Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.), Special Issue Sep. 2012, pp. 63÷66, ISBN 978-3-514-00797-0 (udział autora – 50%).
8. **Kowalik M.**, Trzepieciński T.: Determination of forces during cold rolling of the shafts – experimental and numerical study. Journal of Iron and Steel Research, International (Elsevier). Vol. 20, Issue 10, pp. 58÷64, ISSN: 1006-706X (udział autora – 50%).

Z zestawienia wynika, że 5 prac jest autorskich a 3 są współautorskie, a udział procentowy Kandydata wynosi 50%. Zespołowy charakter prac wynika ze złożoności podjętej tematyki badawczej, przy czym Kandydat precyzyjnie określił merytoryczny udział własny w każdej publikacji.

2.1. Ocena tematyki i zakresu jednotematycznego cyklu publikacji

Pomimo, że proces walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych o przekroju kołowym jest znany i stosowany praktycznie od lat osiemdziesiątych (po wykonaniu i wdrożeniu zautomatyzowanych walcarek AWS-1), to nadal brak było podstaw teoretyczno-doświadczalnych tego procesu. Zatem zagadnienia te są aktualne i ważne dla lepszego poznania i doskonalenia tego procesu. **Opracowanie teoretyczno-doświadczalnych podstaw procesu jest zatem celowe a od Habilitanta wymagało rozwiązania wielu ważnych problemów naukowych.**

Recenzowany cykl jednotematycznych publikacji dotyczy aktualnych zagadnień związanych z kontaktem dwóch ciał w procesie walcowania wzdłużnego (obróbce plastycznej na zimno) części maszyn, przy założeniu, że kształtowanie części maszyn następuje poprzez małe, następujące po sobie odkształcenia plastyczne.

Podjęty przez Habilitanta zakres badań jest aktualny, spójny i kompleksowy. Obszar zagadnień wskazany w jednotematycznym cyklu publikacji obejmuje:

- 1) Opracowanie teoretycznych i doświadczalnych podstaw technologii plastycznego kształtowania na zimno wałków z uwzględnieniem aspektów technologicznych.
- 2) Określenie wpływu stanu naprężeń podczas kształtowania w metodzie walcowania wzdłużnego na wartości sił kształtowania.
- 3) Opracowanie zagadnienia wpływu stopnia odkształcenia na umocnienie i strukturę materiału.
- 4) Opracowanie metody obliczeń analitycznych sił nacisku podczas kształtowania w przejściach wykończeniowych.
- 5) Optymalizacja zarysu rolek kształtujących w oparciu analizę geometryczną i badania symulacyjne.
- 6) Doświadczalne określenie charakterystyk siły zgniatania w procesie walcowania wzdłużnego w funkcji zagłębienia rolek dla różnych gatunków stali.
- 7) Symulacyjne badania wpływu tarcia na siły kształtowania w procesie walcowania wzdłużnego.

Jednotematyczny cykl publikacji zatytułowany „Teoretyczne i doświadczalne zagadnienia procesu walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych o przekroju kołowym” oceniam pozytywnie ze względu na aktualność tematyki oraz szczegółowy zakres dokonań Habilitanta.

2.2. Ocena wyników i poziomu naukowego jednotematycznego cyklu publikacji

Do najważniejszych osiągnięć naukowych Habilitanta w zakresie „*Teoretyczne i doświadczalne zagadnienia procesu walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych o przekroju kołowym*” zaliczam:

1. Opracowanie podstaw teoretycznych i doświadczalnych podstaw oryginalnego procesu walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych, w którym uformowanie stopnia wałka otrzymuje się poprzez szereg małych, następujących po sobie, odkształceń plastycznych.

2. Określenie wpływu stanu naprężeń podczas kształtowania w metodzie walcowania wzdłużnego na wartości sił kształtowania dla różnych przejść, faz i metod nagniatania a także na strukturę materiału i własności wytrzymałościowe wyrobu wykonanego ze stali stopowej ulepszonej cieplnie przed kształtowaniem do twardości 34 HRC.
3. Opracowanie zagadnienia wpływu stopnia odkształcenia na początkową granicę plastyczności i umocnienie oraz strukturę materiału dla walcowania wzdłużne metodą ciągnięcia i pchania.
4. Opracowanie metody obliczeń analitycznych sił nacisku podczas kształtowania w przejściach wykończeniowych na podstawie teorii sprężystości (zagadnienia Bousinesqu, Hertza i Bielajewa), wymagane w celu uzyskania wymaganej dokładności.
5. Optymalizacja zarysu rolek kształtujących w oparciu analizę geometryczną i badania symulacyjne ze względu na wymaganą redukcję lub poszerzenie średnicy metodami numeryczną i analityczną.
6. Doświadczalne określenie siły zgniatania wałków o różnych średnicach wykonanych ze stali C45 i S235JR oraz porównanie wartości z obliczonymi na drodze numerycznej.
7. Określenie wpływu tarcia na siły kształtowania w procesie walcowania wzdłużnego w pierwszym i drugim przejściu rolek kształtujących.

Habilitant opracował definicje i zakres parametrów technologicznych procesu kształtowania wielostopniowego (ang. „*incremental forming*”) oraz dokonał analizy teoretycznej procesu walcowania wałków stopniowanych o kołowym przekroju poprzecznym. W części technologicznej przedstawił ograniczenia procesu kształtowania, podstawowe parametry technologiczne oraz analizę geometryczną części roboczej rolek kształtujących. Opracował parametry zagłębiania rolek podczas formowania stopnia wałka wraz z wyprowadzeniem wzorów na poszczególne, charakterystyczne wielkości zagłębiania. W części teoretycznej przedstawił rozwiązanie analityczne złożonych zagadnień, wynikające z kontaktu dwóch ciał. Wyprowadził analityczne zależności na obliczanie sił zgniatania i walcowania. Poprawność obliczania sił zgniatania w przejściach wykończeniowych została zweryfikowana doświadczalnie przez badania laboratoryjne i symulację MES.

Siły nacisku rolek kształtujących w przejściach wykończeniowych Habilitant wyznaczył dwoma metodami Bousinesqu, Hertza i Bielajewa. Wykazał, że metody Hertza i Bielajewa oraz symulacja MES dają zbliżone wartości siły.

Wykazano istotny wpływ geometrii rolek kształtujących i własności materiału redukcji średnicy wałka w procesie walcowania wzdłużnego. Określono również optymalną geometrię rolek oraz graniczne wartości redukcji średnicy wałka.

Wykazano również istotny wpływ sił tarcia na siły nacisku rolek w procesie walcowania wzdłużnego. Habilitant zbudował stanowisko do pomiaru laboratoryjnego sił nacisku dla fazy zgniatania w funkcji zagłębienia rolki oraz wykonał charakterystyki zgniatania wałków o różnych średnicach wykonanych ze stali C45 i S235JR. Wyniki symulacji numerycznych siły nacisku były zgodne z pomiarami.

Postęp w dziedzinie mechaniki ośrodków ciągłych, teorii materiałów niesprężystych, metod komputerowych i komercyjnych programów do obliczeń metodą elementu skończonego (MES), pozwalają stosować metody numeryczne do analizy i symulacji bardzo skomplikowanych zjawisk zachodzących podczas powierzchniowej obróbki plastycznej metali. Dlatego też Habilitant słusznie opracował aplikację numeryczną w programie MSC.Marc+ MENTAT-2005. Proces walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych o przekroju kołowym Habilitant słusznie rozpatrzył jako geometrycznie i fizycznie nieliniowe zagadnienie brzegowo-początkowe. Założył również, że warunki brzegowe są nieliniowe, ruchome oraz zmienne w czasie i przestrzeni. Przy czym warunki brzegowe w obszarach kontaktu rolek z przedmiotem są nieznane. Analizowany proces Habilitant prawidłowo opisał za pomocą modeli: kontaktu z tarciem wg prawa Coulomba, materiałowego (model sprężysto-plastyczny z umocnieniem), naprężeń uplastyczniających, równania ruchu oraz warunków początkowych i brzegowych. Równania te rozwikłał stosując przestrzenną dyskretyzację metodą

elementów skończonych, otrzymując dyskretne układy równań ruchu wraz z odpowiednimi warunkami początkowymi i brzegowymi.

Opracowaną aplikację Habilitant wykorzystał głównie w celu obliczenia stanów odkształceń dla różnych wartości zagłębienia rolek oraz sił zgniatania i walcowania, w celu porównania ich wartości z wartościami obliczonymi analitycznie oraz zmierzonymi eksperymentalnie. Głównym założeniem było sprawdzenie dokładności opracowanych metod analitycznych i ich przydatności do praktycznego oprogramowania dialogowego sterownika CNC walcarki.

Zbadano również wpływ warunków tarcia na wartość siły nacisku rolek kształtujących. Wykazano, że wzrost współczynnika tarcia powoduje istotne zwiększenie sił nacisku, zarówno w pierwszym jak i drugim przejściu kształtującym. Zwiększenie współczynnika tarcia powoduje wzrost nierówności rozkładu naprężeń w warstwie wierzchniej i rdzeniu wałka, które może powodować wzrost pęknięć zmęczeniowych podczas eksploatacji części.

Natomiast możliwości wykorzystania opracowanej aplikacji (poza przedstawionymi w rozprawie) są znacznie szersze. Możliwe jest bowiem prowadzenie badań symulacyjnych i analiz wpływu różnych warunków walcowania np. rodzaju materiału półwyrobu, parametrów technologicznych, współczynnika tarcia itp. na zjawiska fizyczne w trakcie i po procesie walcowania takie jak stany nacisków, naprężeń, przemieszczeń, odkształceń, których obserwacja i pomiar w trakcie trwania procesu jest niemożliwy.

Opracowana aplikacja w systemie metody elementu skończonego umożliwia kompleksową analizę przestrzennych stanów przemieszczeń, odkształceń i naprężeń występujących w obiekcie, składającym się z przedmiotu i rolek walcujących. A ponadto pozwala wyznaczyć wzajemne relacje pomiędzy parametrami wejściowymi i wyjściowymi. Do najważniejszych efektów modelowania i symulacji opracowanej aplikacji należy:

- Wyznaczenie lokalnych i chwilowych wartości parametrów charakteryzujących kształtowanie przedmiotu obrabianego.
- Wyznaczenie zmian stereometrii obrabianej powierzchni również dla zbiorów parametrów procesu i warunków wykraczających poza obecne lub standardowe zastosowania, np. walcowanie narzędziem o większym promieniu roboczym przedmiotów o mniejszym promieniu zarysu oraz walcowanie wielowypustów na wałkach.
- Wyznaczenie lokalnych i chwilowych oraz globalnych parametrów charakteryzujących obciążenie rolek, wykonaną pracę oraz rozkład strumieni energii.
- Wyznaczenie wpływu cech narzędzi oraz parametrów i warunków walcowania na wartości lokalnych i chwilowych wartości parametrów charakteryzujących kształtowanie obrabianego przedmiotu.
- Wyznaczenie wpływu zakłóceń na realizację i warunki procesu walcowania oraz wpływu podatności rolek (własności sprężyste) na przebieg procesu walcowania i jakość wyrobu.
- Analiza wpływu warunków tarcia w strefach kontaktu (różne wartości współczynnika tarcia) na przebieg zjawisk fizycznych w trakcie procesu walcowania i jakość wyrobu.

Przedstawiona przez Habilitanta spójna teoria procesu walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych o przekroju kołowym, zweryfikowana doświadczalnie i numerycznie, wnosi nowe wartości do nauki i praktyki inżynierskiej, dając jej efektywne narzędzie do projektowania procesu technologicznego oraz nowych urządzeń do walcowania wzdłużnego. Opracowane podstawy teoretyczno-doświadczalne procesu jest również przydatna do doboru wartości parametrów technologicznych w aspekcie jakości wyrobu i minimalizacji zużycia energii oraz do oprogramowania sterowników CNC walcarek.

Dobry poziom naukowy opracowania powyższych zagadnień oraz interesująca w pełni udokumentowana forma ich prezentacji w jednotematycznym cyklu publikacji wnoszą istotny wkład do rozwoju dyscypliny budowa i eksploatacja maszyn.

2.3. Uwagi dotyczące jednotematycznego cyklu publikacji

Pod względem metodologicznym opiniowany jednotematyczny cykl publikacji jest opracowany w sposób prawidłowy. Omawiane zagadnienia są obszernie przedstawiane i udokumentowane, dzięki czemu ich interpretacja jest jednoznacznie i klarownie dowiedziona.

Wnikliwa lektura jednotematycznego cyklu publikacji pt. „*Teoretyczne i doświadczalne zagadnienia procesu walcowania wzdłużnego wałków stopniowanych o przekroju kołowym*” nasuwa kilka pytań oraz ujawnia kilka usterek.

Pola obszaru kontaktu rolek z przedmiotem obliczano na podstawie wyprowadzonych równań parametrycznych do wyznaczania linii przenikania rolek kształtujących z obrabianym wałkiem w układzie współrzędnych obrabiarka – przedmiot – narzędzie. Tak wyznaczony obszar będzie się różnił od rzeczywistego, gdyż nie uwzględnia wpływek powstających w procesie walcowania materiału odkształcalnego.

W opracowanej aplikacji numerycznej przyjęto pewne założenia i uproszczenia jednak brakuje ich uzasadnienia. Na przykład, ze względu na stosunkowo małe prędkości walcowania i walcowanie w kilku przejściach wzdłużnych przy małych przyrostach zagłębienia Habilitant pominął wpływ temperatury i prędkości odkształceń materiału przedmiotu.

Konsekwencją przyjętych założeń były również uproszczenia dotyczące zastosowanych modeli materiałowych oraz stałych w tych modelach, które traktowano jako niezależne od temperatury. Jednak nie wyjaśniono i nie oszacowano jaki wpływ mają te uproszczenia na dokładność obliczeń.

Ponadto za słabą stronę tej części rozprawy uważam brak opisu etapów tworzenia efektywnego modelu dyskretnego, takich jak analiza wrażliwości i analiza stabilności rozwiązań numerycznych oraz brak analiz numerycznych wpływu wybranych warunków obróbki na zjawiska fizyczne (poza podanym stanem odkształceń) zachodzące w strefach kontaktu narzędzia z przedmiotem oraz ich wpływu na jakość wyrobu.

2.4. Konkluzja

Dokonując podsumowania jednotematycznego cyklu publikacji stwierdzam, że Habilitant przedstawił logiczną jego koncepcję, co dowodzi, że dobrze opanował podstawy metodologii i metodyki pracy badawczej, niezbędne do prowadzenia i kierowania zespołami naukowymi. Uporządkowanie tematyczne i zwięzłość analizy dowodzą, że Habilitant opanował szeroki zakres wiedzy w sposób, który umożliwia Mu właściwe z niej korzystanie i rozwijanie własnej działalności badawczej.

Zastosowany aparat matematyczny, opracowane modele, algorytmy i aplikacje symulacyjne w zaawansowanych systemach o wzrastającym stopniu zbliżania się do stanu rzeczywistego oraz przeprowadzone badania i ocena wyników tych badań stanowią poprawne opracowanie z punktu widzenia metodologii badań teoretycznych i eksperymentalnych.

Powyższe stwierdzenia upoważniają mnie do sformułowania wniosku, że jednotematyczny cykl publikacji dra inż. Marka Kowalika stanowi spójną, metodologiczną całość, zawierający nowe, oryginalne pod względem naukowym koncepcje oraz badania symulacyjne procesu walcowania wzdłużnego a także badania eksperymentalne, potwierdzające poprawność sformułowanych modeli matematycznych i symulacyjnych.

Jednotematyczny cykl publikacji spełnia wymagania ustawowe ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.