

Uchwała nr 29/2014
Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie
z dnia 27 maja 2014 r.

W sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Piotrowi Pawełko w dziedzinie nauki techniczne; dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.

Zgodnie z artykułem 18 ust. 2 pkt. 5 Ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami), Rada Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki nadaje dr. inż. Piotrowi Pawełko stopień doktora habilitowanego w dziedzinie: nauki techniczne, dyscyplinie: budowa i eksploatacja maszyn w specjalności: mechatronika.

Zgodnie z art.19. ust. 1 uchwała o nadaniu stopnia doktora habilitowanego staje się prawomocna z chwilą jej podjęcia.

D Z I E K A N
Wydziału Inżynierii
Mechanicznej i Mechatroniki


prof. dr hab. inż. Stefan Berczyński

Wrocław, dnia 26 lutego 2014 r

Prof. dr hab. inż. Edward Chlebus
Katedra Technologii Laserowych, Automatykacji
i Organizacji Produkcji Wydziału Mechanicznego
Politechniki Wrocławskiej
50-371 Wrocław
ul. Łukasiewicza 5

RECENZJA

Rozprawy habilitacyjnej i dorobku naukowego dra inż. Piotra Pawełko pt. Studium Projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym” Opinię sporządzono na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie

Habilitant, dr inż. Piotr Pawełko urodzony 01 listopada 1976 roku, ukończył Wydział Mechaniczny Politechniki Szczecińskiej w roku 2001, stopień doktora nauk technicznych uzyskał w roku 2007 i w tym samym roku został adiunktem w Politechnice Szczecińskiej, a od 01.01.2009 też adiunktem, już w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym.

1. WSTĘP

Nowymi wyzwaniem w gospodarce i technologii stawianymi producentom przez konkurencyjny rynek jest tzw. kastomizacja produktów, a więc uwzględnienia indywidualnych wymagań klienta i użytkownika o cechach seryjnie produkowanego wyrobu. Szczególnym przypadkiem w procesie projektowania, wytwarzania oraz serwisu i eksploatacji są bardzo złożone konstrukcyjnie, technologicznie i eksploatacyjnie produkty wielkogabarytowe. Podlegają one ocenie w oparciu o znacznie szersze spektrum kryteriów, które stanowią wartości związane i wzajemnie się uzupełniające. Wymaga to zastosowania najnowszych osiągnięć z zakresu metod, modeli oraz najnowszych technologii i systemów wytwórczych. Zagadnieniami tymi, a zwłaszcza metodami modelowania geometrycznego i technik rozwoju nowych produktów, ze szczególnym uwzględnieniem metod projektowania i wytwarzania komponentów tzw. obrabiarek przenośnych zajął się dr inż. **dr. inż. Piotr Pawełko w monografii pt. Studium Projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym**”.

Recenzowana monografia porusza bardzo ważny i aktualny problem naukowy i użytkowy jakim jest gromadzenie i zastosowanie wiedzy inżynierskiej, zarówno w postaci modeli, procedur jak i parametrów technicznych konstrukcji, w procesie projektowo-konstrukcyjnym. Problematyka ta jest istotna w szczególności dla przedsiębiorstw, które powinny gromadzić wiedzę o swoich produktach, procesach i specyfice organizacyjnej firmy

by zapewnić ciągłość rozwoju technologicznego i gospodarczego. Inny ważny aspekt w tej branży jest zbudowanie zintegrowanego modelu pełnego cyklu życia produktu od koncepcji począwszy a na dokumentacji i pełnej specyfikacji elementów składowych kończąc, wraz z utrzymaniem sprawnego serwisu i dokumentacji eksploatacyjnej własnych produktów. Cykl życia produktów wyraźnie wydłuża się, co wymaga przechowywania danych technicznych przez producenta przez wiele lat. Szczególnie jest to istotne w przypadku wytwarzania maszyn i konstrukcji wielkogabarytowych, a takimi zazwyczaj są tzw. obrabiarki przenośne, o unikatowych funkcjach użytkowych, wysokich kosztach wytwarzania i eksploatacji, przeznaczonych zazwyczaj do realizacji bardzo specyficznych zadań i to w nie zawsze powtarzalnych cyklach użytkowych oraz lokalizacjach. Kolejny aspekt to gromadzenie wiedzy przydatnej w projektowaniu, wytwarzaniu i eksploatacji, zawierającej modele i opis procedur procesów projektowo-konstrukcyjnych i eksploatacyjnych z dostępem do tych zasobów wiedzy przez różnych użytkowników w tej samej domenie i o dużym zróżnicowaniu tematycznym.

2. OGÓLNA OCENA MONOGRAFII HABILITACYJNEJ

Rozprawa habilitacyjna wpisuje się w najnowsze trendy rozwojowe zintegrowanych metod projektowania bardzo złożonych konstrukcyjnie i funkcjonalnie produktów jakimi są maszyny wytwórcze o szczególnych wymaganiach i budowie oraz ich zespoły i pojedyncze komponenty podlegające obciążeniom krytycznym lub wymaganiom technologiczno-eksploatacyjnym.

2.1. Treść i zawartość pracy

Rozprawa habilitacyjna dra inż. Piotra Pawelki jest autorskim opracowaniem zawierającym metodologiczny dorobek aplikacyjny Autora oraz stanowiącym próbę uogólnienia zagadnienia integracji metod, modeli geometrycznych oraz wymagań projektowych i technologicznych stawianych obrabiarkom przenośnym, stosowanym do obróbki przedmiotów wielkogabarytowych w wielu gałęziach przemysłu.

Monografia liczy 184 strony, składa się z dziesięciu rozdziałów, oraz wykazu literatury (113 pozycji), wykazu patentów, norm, i aktów prawnych, a także czterech załączników zawierających rozszerzone wyniki badań.

Poszczególne rozdziały pracy zawierają:

Rozdz.1. Wprowadzenie – stanowi krótki i ogólny rys rozwoju obrabiarek przenośnych (portable machine tools), aczkolwiek w nomenklaturze inżynierskiej może się to kojarzyć inaczej niż przyjęto w tej rozprawie i literaturze. Odnosi się to też do tzw. obrabiarek

stołowych, rzeczywiście przenośnych ale o określonych i nie rekonfigurowalnych funkcjach. W tym przypadku chodzi o obrabiarki posadawiane na wielkogabarytowych przedmiotach obrabianych, o ograniczonych funkcjach sterowania i obróbki ale o w pełni określonych zadaniach technologicznych. Autor powołuje się tu na liczne źródła literaturowe, ale może warto rozważyć i nazwać je obrabiarkami przenośnymi specjalnym?

Rozdz.2. Projektowanie obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym – Autor rozważa stosowane w przemyśle i produkowane przez różnych producentów obrabiarki przenośne o różnorodnych funkcjach technologicznych i wynikających z nich rozwiązaniach konstrukcyjnych.

Rozdz. 3. – Cel i zakres pracy: Autor postawił sobie za główny cel pracy „opracowanie syntetycznego algorytmu projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym” poprzez synergii wiedzy z zakresu projektowania obrabiarek stacjonarnych. Drugim wyróżnionym celem pracy jest „próba opracowania efektywnego sposobu modelowania układu masowo-dyssypacyjno-sprężystego MDS, z uwzględnieniem m.in. odkształcalności struktur bryłowych”. Jako trzeci cel Autor określił doświadczalną weryfikację zaproponowanego modelu MDS.

Rozdz.4.- Algorytm projektowania obrabiarki przenośnej w ujęciu mechatronicznym; Autor przedstawił zarys algorytmu na podstawie wcześniejszych prac prowadzonych w ośrodku szczecińskim jak i w innych ośrodkach w kraju i za granicą. Jest to autorska propozycja algorytmu projektowania, który Autor zamierza wypełnić treścią w postaci wiedzy, metod i modeli przedstawionych w następnych rozdziałach.

Rozdz. 5. – Projektowanie koncepcyjne obrabiarki przenośnej; - Autor definiuje podstawowe wymagania i funkcje stawiane tego rodzaju obrabiarkom, określa kryteria oceny rozwiązań konstrukcyjnych oraz wybór struktury geometryczno-ruchowej spełniającej stawiane kinematyczne, konstrukcyjne jak i technologiczne. Przedstawia też zarys projektu koncepcyjnego obrabiarki przenośnej do obróbki powierzchni czołowych wielkogabarytowych kołnierzy stosowanych w rurociągach

Rozdz. 6. – Opracowanie projektu wstępnego i technicznego obrabiarki przenośnej; - Jest to główny i najważniejszy rozdział monografii z dużym wkładem własnym Autora. W metodologiczny sposób Habilitant przedstawił najistotniejsze metody i modele konieczne do poszukiwania racjonalnych rozwiązań układów funkcjonalnych obrabiarek

przenośnych. Metody i modele zostały sklasyfikowane i podzielone na kilka grup problemowych odnoszących się do:

- projektowania układu konstrukcyjnego opisanego cechami funkcjonalnymi i własnościami poprzez dobór układu MDS, gdzie rozpatrywane są modele struktury bryłowej, kontaktowej, elementów napędowych i obciążeń układu OUPN,
- oceny własności statycznych i dynamicznych układu OUPN, ze szczególnym wyróżnieniem własności układu MDS, przedmiotu obrabianego, układu wrzecionowego, systemów mocowania, układów napędowych i prowadnicowych oraz korpusów. Szczególny nacisk Autor położył na wibrostabilność układu MDS, wrażliwość modelu OP na zmianę jego parametrów i szczególnie na modelowanie i wyznaczanie charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych obrabiarki.

W metodykę włączono bardzo istotne komponenty modelu mechatronicznego obrabiarki jakimi są silniki napędowe posuwu i układy sterowania.

Rozdz.7. – Korekcja błędów mocowania i ustalenia układu Obrabiarka Przenośna –

Przedmiot obrabiany; - Przedstawiono autorski algorytm odwzorowania niedokładności ustalania OP-PO, co jest najważniejszym czynnikiem technologicznym tego typu maszyn, pracujących zazwyczaj w niepowtarzanych warunkach eksploatacyjnych. Jest to również istotny dorobek naukowy Habilitanta, wchodzący w skład metodyki przedstawionej w rozdz.6.

Rozdz.8. – Doświadczalne weryfikacja prototypu obrabiarki przenośnej do kołnierzy; -

Habilitant postawił sobie bardzo wysokie wymagania odnoszące się do weryfikacji opracowanej metodyki, budując prototyp obrabiarki przenośnej. Zarówno projekt koncepcyjny jak techniczny zbudowano w oparciu o opracowane metody i modele, a badania prototypu dowiodły słuszności postawionych założeń, przyjętych kryteriów oceny i uzyskanych wyników badań potwierdzających poprawność opracowanych metod i modeli.

Rozdz. 9. – Podsumowanie, oryginalne elementy pracy; - Autor podsumowuje osiągnięcia metodologiczne, naukowe i weryfikacyjne zawarte w opracowaniu.

2.2. Ogólna ocena pracy

Recenzowana rozprawa jest jedną z wielu monografii opracowanych w dawnej Politechnice Szczecińskiej pod kierunkiem Prof. Krzysztofa Marchelka i Prof. Stefana Berczyńskiego oraz Ich zespołów badawczych, i w obecnym Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym, a odnoszących się do metod projektowania,

modelowania oraz badań statycznych i dynamicznych własności obrabiarek skrawających. Postawione zadania badawcze są nadal aktualne ale z uwagi na nowe narzędzia badawcze oraz metody modelowania powinny być ciągle rozwijane, modyfikowane i weryfikowane praktycznie. Tak też zdefiniował Autor pracy cele pracy oraz zadania badawcze, do rozwiązania których zastosował metody i modele, które przyniosły pozytywny efekt końcowy w postaci metodyki projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym.

Tematyka badawcza jest nowatorska i dobrze skonfigurowana i zweryfikowana doświadczalnie. Przyjęte modele geometryczne bryłowe i modele połączeń prowadnicowych wchodzące w SGR obrabiarki dobrze opisują własności statyczne i dynamiczne układu OUPN, co dowiodły badania eksperymentalne prototypu obrabiarki przenośnej do obróbki kołnierzy rurociągu.

Za najważniejsze naukowe osiągnięcia Autora należy uznać:

- Opracowanie konstrukcyjne i wykonanie prototypu obrabiarki przenośnej do obróbki kołnierzy. Autor określił i sklasyfikował funkcje oraz wymagania konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne, przypisał im kryteria oceny według których dokonywał oceny ich własności.
- Adaptowanie i rozwinięcie modeli obliczeniowych zastosowanych do obliczania z pomocą MES odkształceń i charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych wytypowanych macierzy SGR obrabiarki.
- Zaproponowanie spójnej metodyki projektowania, modelowania symulacyjnego własności oraz badania statycznych i dynamicznych własności OUPN obrabiarek przenośnych.
- Opracowanie modeli, procedur i transformat korekcji błędów ustalania układu OP – PO oraz ich uwzględnienia w układach sterowania i wyznaczania trajektorii obróbkowej narzędzia.
- Wytyczenie dalszego programu badań i zaplanowanie prac badawczych dla nowych warunków technologicznych i eksploatacyjnych.

2.3. Uwagi szczegółowe.

Należy stwierdzić, że redakcja pracy jest staranna, a treść pracy jest przedstawiona jasno i zrozumiale. Z punktu widzenia czytelnika, a zwłaszcza recenzenta praktyczne byłoby schematyczne przedstawienie zakresu, celów pracy i stosowanych modeli już w fazie definiowania celów badawczych. Mogłoby to znacznie ułatwić zrozumienie zamierzeń Autora już przed pierwszym czytaniem rozprawy i wstępną ocenę

metodologiczną rozprawy. Zresztą Autor tak definiuje to zagadnienie w rozdz. 3. w. 12 od góry i opisowo zamieszcza to w tym rozdziale. No ale to należy traktować jako życzenie .

Moim zdaniem należałoby zrewidować kryteria oceny rozwiązań konstrukcyjnych obrabiarek przenośnych – tabela 5.3. Jest to kluczowy problem w projektowaniu maszyn. Rozwiązanie jest na tyle poprawne i dobre na ile poprawnie został system kryteriów ich oceny. Wszystkie są one słuszne ale dobrze byłoby je zunifikować i odnieść do norm definiujących klasy dokładności ISO, gdyż określają one tolerancje i wymagania technologiczne, a więc reprezentatywne dla różnych gabarytów i dokładności przedmiotów w poszczególnych klasach wykonania. Byłaby to baza integrująca kryteria oceny konstrukcyjnej i technologicznej, co przy założonych celach pracy jest dominantą metodologiczną.

Można zadać pytanie Habilitantowi jakie myśli Mu przyświecały aby w tabeli 8.3 oraz rys. 8.28 równoważnie traktować parametry częstotliwości i tłumienia? Wiadomo, że tłumienie ma duży wpływ na amplitudę drgań, ale nieznacznie na częstotliwość. W każdym przypadku można znormalizować wektory przemieszczeń dla każdej częstotliwości.

Należy stwierdzić, że tematyka badawcza przedstawiona w monografii, postawienie i realizacja celów oraz zadań badawczych jak też poziom naukowy monografii i przedstawienie zagadnień z obszaru metodologii projektowania, metod modelowania i obliczeń UKO oraz prowadzenia badań eksperymentalnych upoważniają do wsparcia wniosku Rady Wydziału o przeprowadzenie postępowania kwalifikacyjnego i uznanie przedstawionej monografii jako podstawy do przeprowadzenia kolokwium habilitacyjnego dra inż. Piotra Pawełki w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn.

3. OCENA DOROBKU NAUKOWEGO, DYDAKTYCZNEGO I ORGANIZACYJNEGO

Dr inż. Piotr Pawełko zatrudniony najpierw na stanowisku asystenta 02.20.2007r., a następnie na stanowisku adiunkta od 01.10.2007 r. był zaangażowany zarówno w działalność naukowo-badawczą oraz dydaktyczną.

• Działalność naukowo-badawcza.

Działalność naukowo-badawcza w początkowym okresie dotyczyła modelowania geometrycznego i obliczeń w środowisku systemów CAD/MES oraz badań eksperymentalnych związanych z określaniem odkształceń zachodzących w strefach

kontaktowych w układach przewodnicowych i napędach śrubowych. Tych zagadnień dotyczyła też praca doktorska.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych Habilitant kontynuował badania rozpoczęte w pracy doktorskiej, ale głównym obszarem zainteresowań stały się zagadnienia dynamiki, hydrauliki i modelowania struktur geometryczno-ruchowych wraz z korekcją błędów w oprogramowaniu technologicznym obrabiarek CNC.

Oczywiście podsumowaniem dorobku naukowego Habilitanta jest przedstawiona monografia, ale oprócz tego Habilitant opublikował 16 publikacji w czasopiśmie i materiałach konferencyjnych recenzowanych, z tego 12 po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, w tym 5 pozycji międzynarodowych. Recenzentowi też wiadomo, że trzy dalsze publikacje są przyjęte do druku.

Na uwagę zasługuje pozyskanie przez Habilitanta grantu „Koncepcja i opracowanie konstrukcji mechatronicznej obrabiarki mobilnej”, finansowanego przez MNiSzW, którego wyniki wraz z wynikami projektu „Badania i korygowanie wpływu właściwości geometrycznej obrabiarki skrawającej na dokładność kształtowania przedmiotów obrabianych „ stanowią wartościowy dorobek naukowy zawarty w monografii.

Bardzo wartościowy dorobek Habilitanta ma również formę raportów z badań realizowanych projektów badawczych. Habilitant uczestniczył w 14 projektach badawczych jako główny wykonawca i wykonawca. Aktualnie pracuje jako wykonawca w trzech projektach badawczych. Opracował 9 sprawozdań niepublikowanych z prac badawczych, jest autorem kilkudziesięciu ekspertyz i opinii o innowacyjności zrealizowanych na zlecenia z przemysłu.

Jest laureatem: Złotego Medalu na MTP w roku 2006 za projekt i realizację frezarki narzędziowej, dwóch nagród JM Rektora (PSz oraz ZUT) oraz wyróżnienia za rozprawę doktorską. Jest również współautorem dwóch patentów: „Obrabiarka przenośna sterowana numerycznie – zgł. patentowe P.403062” oraz „Sposób mocowania maszyn, zwłaszcza obrabiarek przenośnych i urządzenie do mocowania maszyn, zwłaszcza obrabiarek przenośnych – zgł. patentowe P.403066”.

Dorobek naukowy i opiniotwórczy Habilitanta jest komplementarny i mieści się w dyscyplinie naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Dorobek dydaktyczny i organizacyjny

W obszarze dydaktyki Habilitant mimo młodego wieku ma już zauważalny dorobek, na który składają się:

- Opracowanie skryptu do ćwiczeń laboratoryjnych z obszaru pneumatyki i Hydrauliki dla studentów kierunków Mechanika Budowa Maszyn oraz Mechatronika ZUT w Szczecinie,

- Realizacja zajęć z modelowania maszyn i procesów CAx,
- Grafika komputerowa,
- Modelowanie w systemach CAD,
- Obliczenia inżynierskie CAE.

Habilitant jest też kierownikiem zorganizowanego przez Niego Laboratorium Pneumatyki i Hydrauliki ITM ZUT w Szczecinie. Za te osiągnięcia uzyskał indywidualne nagrody Rektora ZUT w latach 2008 i 2012. Należy podkreślić, że w tym obszarze też osiągnął wartościowy dorobek wspomagający kształcenie na kilku kierunkach studiów.

4. KONKLUZJA KOŃCOWA

Ocena monografii **dra inż. Piotra Pawełko pt. "Studium Projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym"** jest pozytywna i spełnia wymagania formalne, akademickie aby uznać tę publikację jako podstawę i spełniony warunek do nadania dalszego biegu postępowaniu habilitacyjnemu. Poddany analizie dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny Habilitanta wskazuje na Jego kompetencje jako doświadczonego nauczyciela akademickiego i organizatora nauki oraz dydaktyki. Jego pozycja jako naukowca i dydaktyka jest znana w środowisku naukowym i przemysłowym. Habilitant jest specjalistą interdyscyplinarnym w obszarze budowy maszyn, technologii mechanicznych, informatyki, systemów sterowania i automatyki.

Można jednoznacznie stwierdzić, że dr inż. Piotr Pawełko jest autorytetem w dziedzinie projektowania maszyn, a w szczególności obrabiarek, modelowania geometrycznego elementów maszyn w środowisku CAD 3D i obliczeń MES, planowania technologicznego i programowania maszyn numerycznych CNC, planowania eksperymentu i badań doświadczalnych w zakresie określania własności statycznych i dynamicznych maszyn i urządzeń.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że dorobek naukowy i użytkowy, dydaktyczny oraz organizacyjny dr inż. Piotra Pawełki jest znaczącym dorobkiem spełniającym wymagania formalne i akademickie niezbędne do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Stwierdzam też, że możliwe jest nadanie biegu postępowaniu kwalifikacyjnemu oraz zapewniam Radę Naukową Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego o spełnieniu wymaganych ustawą kryteriów i stawiam wniosek o dopuszczenie dra inż. Piotra Pawełki do kolokwium habilitacyjnego w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Poznań, dnia 3 marca 2014r.

prof. dr hab. inż. Jan ŻUREK
Instytut Technologii Mechanicznej
Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania
ul. Piotrowo 3; 60-965 POZNAŃ
zam. ul. Wiedeńska 20; 60-683 POZNAŃ

RECENZJA
rozprawy habilitacyjnej dr. inż. Piotra PAWEŁKO
pt.: *Studium projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu*
mechatronicznym na przykładzie obrabiarki przenośnej do kołnierzy
oraz Jego dorobku naukowego

Podstawa opracowania recenzji: *Pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki ZUT w Szczecinie prof. dr. hab. inż. Stefana Berczyńskiego oraz umowa o dzieło na wykonanie recenzji dorobku naukowego i rozprawy habilitacyjnej dr. inż. Piotra Pawełko*

1. Informacje ogólne

Dr inż. Piotr Pawełko urodził się 2 listopada 1976 r. w Skwierzynie. W 1996 r. ukończył Liceum Ogólnokształcące, a następnie podjął jednolite studia magisterskie na kierunku *mechanika i budowa maszyn*, w specjalności *komputerowo wspomagane projektowanie* na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej. Ukończył je w 2001 r. uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera mechanika w zakresie *obrabiarek i urządzeń technologicznych*. W latach 2001–2005 był słuchaczem studiów doktoranckich na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej, które ukończył w 2007 r. obroną z wyróżnieniem rozprawy doktorskiej: *Modelowanie i badania doświadczalne toczonych przewodnic szynowych* uzyskując stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn*. Bezpośrednio po studiach został zatrudniony w Zakładzie Układów Mechatronicznych Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Szczecińskiej na stanowisku asystenta. W 2007 r. został mianowany na stanowisko adiunkta na Wydziale Mechanicznym (przemianowanym w tym samym roku na Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki) Politechniki Szczecińskiej, noszącej po reorganizacji w 2009 r. nazwę Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego (ZUT) w Szczecinie i na tym stanowisku pracuje obecnie. Od 2007 r. jest członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

Za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne dwukrotnie otrzymał nagrodę indywidualną III stopnia Rektora ZUT (2008r., 2012 r.).

2. Charakterystyka i ocena rozprawy habilitacyjnej

Ocena merytoryczna

Przedstawiona do oceny rozprawa habilitacyjna dr. inż. Piotra Pawełko pt.: *Studium projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym na przykładzie obrabiarki przenośnej do kołnierzy* opublikowana w 2013 r. przez Wydawnictwo PPH ZAPOL Dmochowski, Sobczyk Sp. j. w Szczecinie (ISBN 978-83-7518-588-1), liczy 184 strony. Rozprawę podzielono na 12 rozdziałów, w tym spis treści w języku polskim, bibliografię, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz załączniki. Ocenę merytoryczną treści zawartych w poszczególnych rozdziałach przedstawiono poniżej.

Rozdział 1 (*Wprowadzenie*, s. 7-9) zawiera cele i krótki rys historyczny tworzenia obrabiarek przenośnych. Autor stwierdza ponadto, że (...) w *projektowaniu obrabiarek przenośnych należy stosować tzw. podejście mechatroniczne* (...) oraz (...) *dowodzą praktycznie, że uzyskuje się wówczas znacząco lepsze produkty w znacząco krótszym czasie* [s. 9].

W rozdziale 2 (*Projektowanie obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym*, s. 11-28) omówiono istotę projektowania mechatronicznego, dzieląc je na dwie główne fazy. Scharakteryzowano technologicznie obrabiarki przenośne, porównując je z obrabiarkami wielkogabarytowymi. Omówiono rozwiązania konstrukcyjne stosowanych obrabiarek przenośnych z podziałem uwzględniającym: 1) kształt przestrzeni roboczej, 2) stosowany system montażu, 3) realizowane operacje technologiczne, a także 4) metody modelowania oraz 5) obliczeń statycznych i dynamicznych ich charakterystyk. Autor stwierdza, że (...) *Uzyskanie wiarygodnych prognoz, a następnie kształtowanie, przez odpowiednie modyfikacje konstrukcyjne, cech i właściwości projektowanej konstrukcji wymaga stosowania odpowiednich metod modelowania* (...) [np. MES, OES, SES, s. 25], wyjaśniając przy tym pojęcie *Wirtualnej Obrabiarki*.

W rozdziale 3 (*Cel i zakres pracy*, s. 29-30) omówiono cel i zakres pracy, zwracając uwagę na (...) *nowe podejście do rozwiązywania problemów mocowania i ustalania obrabiarek przenośnych* [powinno być: ustalania i mocowania] *na przedmiotach obrabianych, które wraz z systemem sterowania maszyn i zastosowanym układem pomiarowym wnosi nową jakość do konstrukcji tego typu maszyn* [s. 30]. Wyznaczono trzy główne cele rozprawy: 1) opracowanie syntetycznego algorytmu projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym, oraz 2) efektywnego sposobu modelowania układu masowo-dyssypacyjno-sprężystego (MDS) tych urządzeń z uwzględnieniem m. in. odkształcalności struktur bryłowych, a także 3) doświadczalną weryfikację w/w modelu.

Rozdział 4 (*Algorytm projektowania obrabiarki przenośnej w ujęciu mechatronicznym*, s. 31-34) zawiera (...) *Algorytm projektowania obrabiarki przenośnej jako systemu mechatronicznego z uwzględnieniem specyfiki projektowania obrabiarki specjalizowanej oraz z wyszczególnieniem podejmowanych w tej pracy zagadnień związanych z problematyką projektowania urządzeń przenośnych* (...) [rys. 4.3, s. 34]. Autor słusznie stwierdza, że nie ma

obecnie takiego systemu informatycznego, ale stosowanie środowisk CAx (modeler CAD, np. SolidWorks), metody MES (np. CosmosM, Nastran) oraz środowisk programistycznych (np. Matlab, Simulink) i sterowania (...) wydaje się wystarczające do poprawnego przeprowadzenia procesu projektowania zgodnie z założeniami idei projektowania mechatronicznego [s. 34].

W rozdziale 5 (*Projektowanie koncepcyjne obrabiarki przenośnej*, s. 35-50) przedstawiono istotę ogólnej koncepcji projektowej, ukazującej m. in. rozmieszczenie, kształt i wzajemne położenie najważniejszych elementów projektowanego urządzenia, określającej ramy prawne projektu i kryteria jego oceny, przy czym, co ważne, wszystko odniesione do przyjętych wymagań projektowych. Określono zatem wymagania projektowe dla obrabiarek przenośnych (takie jak: ustawienie narzędzia i przedmiotu obrabianego względem siebie oraz **ustalenie** i zamocowanie obrabiarki na przedmiocie obrabianym, realizacja wymaganych ruchów roboczych), kryteria oceny ich rozwiązań konstrukcyjnych, z zasadami wyboru: 1) sposobu jej mocowania na przedmiocie obrabianym oraz 2) Struktury Geometryczno-Ruchowej (SGR) łącznie. Podsumowanie rozdziału stanowi przykładowa realizacja projektu koncepcyjnego na przykładzie frezarki przenośnej przeznaczonej do obróbki wielkogabarytowych konierzy przyspawanych do rur (rozdz. 5.5).

Kluczowymi dla rozprawy są, moim zdaniem, rozdziały 6, 7 i 8.

We wstępie rozdziału 6 (*Opracowanie projektu wstępnego i technicznego obrabiarki przenośnej*, s. 51-114) przedstawiono projekty: 1) wstępny i 2) techniczny. Następnie szczegółowo omówiono projektowanie układu Masowo-Dyssypacyjno-Sprężystego (w tym modelownie: a) struktury bryłowej, b) struktury kontaktowej, c) elementów napędu ruchu posuwowego oraz warunki obciążenia układu OP-PO). W opisie projektu i ocenie właściwości statycznych i dynamicznych układu nośnego wzięto pod uwagę model MDS obrabiarki przenośnej, przedmiot obrabiany, wrzeciono narzędziowe, system mocowania oraz układy prowadnicowe, napędowe i korpusowe, a także wibrostanowienie układu MDS OP-PO. Przeanalizowano ponadto właściwość wrażliwości modelu OP na zmianę jego parametrów oraz przedstawiono modelowanie oraz obliczanie charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych obrabiarki przenośnej. W rozdziale 6.3 (*Dobór silników układów napędowych posuwu*) sklasyfikowano napędy obrabiarek oraz ich układy pomiarowe i na tej podstawie ustalono, że (...) *W celu redukcji masy zdecydowano się na zastosowanie napędu bezpośredniego w węzłach realizujących ruch obrotowy* (...) [s. 106]. Analizowany rozdział kończą zagadnienia projektowania układu sterowania.

Ocena merytoryczna treści rozdziału jest jednoznacznie bardzo dobra, wykazała przy tym fachowość i dojrzałość Autora jako badacza i inżyniera związanego z praktyką przemysłową.

Rozdział 7 (*Korelacja błędów mocowania i ustalenia układu Obrabiarka Przenośna – Przedmiot Obrabiany* [powinno być: błędów ustalania i mocowania], s. 115-128) jest bardzo ważny, zawiera bowiem rozwiązanie problemów czasochłonnego i mało dokładnego ustalania, a następnie mocowania obrabiarek przenośnych na przedmiotach obrabianych.

Zaproponowana przez Autora procedura off-line obróbki z uwzględnieniem błędów wzajemnego położenia OP-PO (rys. 7.4) zawiera czynności wykonywane nie tylko przez operatora oraz, co bardzo ważne dla praktyki, realizowane automatycznie w układzie sterowania obrabiarki według zaproponowanych algorytmów uwzględniających kinematykę obrabiarki przenośnej. Autor udowodnił, że wyznaczenie kinematyki projektowanej obrabiarki jest niezbędne do poprawnego przeprowadzenia procesu programowania trajektorii ścieżki narzędzia oraz sterowania napędami poszczególnych osi.

Rozdział 8 (*Doświadczalna weryfikacja prototypu obrabiarki przenośnej do kołnierzy*, s. 129-160) zawiera doświadczalną wieloaspektową weryfikację prototypu obrabiarki przenośnej do kołnierzy, w tym: zastosowanego sposobu ustalania i mocowania oraz procedury wyznaczania korektorów programu obróbkowego NC, sposobu modelowania obrabiarki ze względu na uzyskiwane charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowe, a także wibrostanowienie układu OUPN przy zadanych parametrach obróbki.

W rozdziale 9 (*Podsumowanie, oryginalne elementy pracy*, s. 161-162) stanowiącym podsumowanie, Autor stwierdza, że zaproponował zmodyfikowany algorytm projektowania obrabiarek stacjonarnych, dostosowany do współczesnych wymagań stawianych obrabiarkom przenośnym.

Do najwartościowszych osiągnięć Autora zaliczam:

- zaproponowany sposób ustalania i mocowania obrabiarki przenośnej na przedmiocie obrabianym oraz związany z tym sposób wprowadzania korekty wynikowej trajektorii narzędzia;
- odmienne od dotychczas stosowanego podejście do kryteriów projektowania, tzn. skierowanie uwagi na obróbkę szybkościową w obrabiarkach przenośnych do metali (krótkie czasy obróbki, czyli duże wydajności);
- opracowanie i wykonanie obrabiarki przenośnej o masie i gabarytach gwarantujących mobilność;
- opracowanie efektywnego sposobu modelowania obrabiarek przenośnych uwzględniającego ich ustalanie i mocowanie na przedmiocie obrabianym, z jego właściwościami łącznie.

Za ambitne kierunki dalszych prac (...) *nad ulepszeniem konstrukcji mechatronicznej obrabiarki* (...) [s. 162] przenośnej uznaję:

- rozbudowę autorskiego systemu sterowania o stosowane w komercyjnych obrabiarkach CNC systemy programowania na G-kodach,
- uzyskanie aspektów obróbki HSC.

Monografia dr. inż. Piotra Pawełka zawiera, co trzeba podkreślić, wiele interesujących wątków poznawczych i aplikacyjnych, przydatnych w praktyce inżynierskiej i stanowiących wartościowy wkład w rozwój dyscypliny *budowa i eksploatacja maszyn*. Jest jednak kilka kwestii merytorycznych, które moim zdaniem należałoby dopracować:

- w rozdziale 4 Habilitant napisał: (...) *Mimo ogromnego potencjału ukrytego we właściwościach użytkowych obrabiarek przenośnych, trudności związane ze znacznie bardziej rozbudowanym projektem stają się poważną barierą w ich rozwoju* [s.31]; **Autor podaje potencjalne przyczyny ograniczające rozwój obrabiarek przenośnych, nie odwołuje się jednak do konkretnych przykładów; zakłada w algorytmie, że każda obrabiarka przenośna będzie zawsze maszyną specjalizowaną (co nie jest prawdą), w odniesieniu do której ekonomika projektowania jest mniej istotna od zakładanej funkcjonalności.**
- w rozdziale 5 Habilitant napisał, że: *Z punktu widzenia możliwości technicznych zrealizowania projektu słuszne wydaje się nadanie odpowiednich poziomów istotności wymienionym wymaganiom projektowym*. Należy tę czynność przeprowadzić każdorazowo dla każdego procesu projektowego nowej obrabiarki przenośnej, w zależności od wymagań stawianych jej oraz realizowanemu przez nią procesowi technologicznemu, a także od docelowego przeznaczenia maszyny [s. 38]; **wyrażając powyższą opinię w odniesieniu do projektowanej przez siebie obrabiarki Autor nie zamieścił przykładowych (odpowiednich) poziomów istotności, przypisanych poszczególnym wymaganiom projektowym;**
- w rozdziale 6.1 (*Projektowanie układu Masowo-Dyssypacyjno-Sprężystego*), Habilitant napisał: *Odwołując się do koncepcji modelu Rayleigh'a w obliczeniach przyjęto założenie upraszczające przy budowaniu macierzy tłumienia [87,113]. Przyjmując dla układu MDS obrabiarki przenośnej tzw. tłumienie proporcjonalne, macierz tłumienia budowano jako liniową kombinację macierzy sztywności i masy [66]: $H = a \cdot M + b \cdot K$ (wzór 6.2); przyjęto: $\alpha = 0,15$, $\beta = 0,005$ (s. 56); **nie uzasadnił przyjęcia właśnie takich wartości współczynników α i β** (ponadto, we wzorze 6.2 wystąpiły błędy edytorskie, gdyż zamiast symbolu α użyto litery a, a zamiast symbolu β - litery b);*
- w rozdziałach 6.2.2 (*Przedmiot Obrabiany*) oraz 6.2.4 (*System mocowania*) **Autor nie przyjął warunków brzegowych prowadzonych analiz przedmiotu obrabianego, przytaczając jedynie ich wyniki;**
- w rozdziale 8.1.2 (*Badanie dokładności i powtarzalności pozycjonowania osi posuwowych*) **Autor przedstawił jedynie wyniki przeprowadzonych pomiarów, nie dokonując ich analizy i oceny**, a w rozdziale 8.1.5 (*Weryfikacja koncepcji korekcji trajektorii ruchu narzędzia ze względu na system mocowania OP-PO*) **przytoczył wyniki dokonanej korekcji trajektorii ruchu narzędzia jedynie na kierunku promieniowym obrabiarki, nie wspominając o korekcjach na pozostałych kierunkach; czy były one także wyznaczone?**
- w rozdziale 8.2 (*Badania doświadczalne dynamiki układu OP-PO*) **Autor zawarł dynamiczne charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowe obrabiarki, wyznaczone dla różnych kierunków wymuszenia; obserwując je dostrzega się znaczne**

podobieństwo ich przebiegów; czy jest to typowe także dla innych konstrukcji obrabiarek przenośnych i czy może być stosowane w kryteriach oceny przy projektowaniu tych maszyn?

Ocena redakcyjna

Rozprawa habilitacyjna dr. inż. Piotra Pawełko zredagowana została z zadowalającą starannością, jest jednak szereg kwestii, które budzą zastrzeżenia:

- sugeruję zmiany w strukturze pracy: *Wprowadzenie* oraz *Podsumowanie*, *oryginalne elementy pracy* nie muszą stanowić osobnych rozdziałów, zaś rozdział 3 można byłoby połączyć z 2; wewnątrz rozdziałów (np.5.; 6.; 8.) zastosowano błędnie tzw. „teksty wiszące” (jest to tekst umieszczany między tytułem rozdziału głównego, a podrozdziałem);
- Autor nie zawsze stosuje poprawną terminologię: zamiennie stosowane są wyrazy „masa” i „ciężar”;
- nadużywa się przyimka **dla** w konstrukcjach typu: *Wyznaczenie kinematyki projektowanej obrabiarki jest niezbędne dla poprawnego przeprowadzenia procesu...* (powinno być: *Wyznaczenie kinematyki projektowanej obrabiarki jest niezbędne do poprawnego przeprowadzenia procesu...* (s. 123), a także wyrazy: *wykorzystywać* (lepiej: 'stosować', 'zastosować', 'użyć'), *obniżyć*, *podnosić* (poprawnie: 'zmniejszać', 'zwiększać'), *wysoka*, *niska* np. efektywność, sztywność, (właściwiej: 'lepsza', 'bardzo dobra', 'gorsza', 'zła', 'niewystarczająca');
- spotyka się także przetypowania (np. we wzorach), błędy interpunkcyjne i składniowe, które skutkują niejasnością merytoryczną niektórych fragmentów tekstu.

Mimo powyższych uwag (merytorycznych i redakcyjnych), niekiedy zresztą dyskusyjnych uważam, że rozprawa habilitacyjna dr. inż. Piotra Pawełko spełnia wymagania zawarte w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i może stanowić podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.

3. Charakterystyka i ocena dorobku naukowego

Dr inż. Piotr Pawełko przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora wyniki swoich prac opublikował w 4 artykułach współautorskich oraz 2 referatach współautorskich w materiałach konferencji krajowych. Ponadto, co ważne, zrealizował 4 projekty: 2 badawcze (w tym jedno kierownictwo: nr 8 TO7D 009 21), 1 celowy (wykonawca) oraz 1 badawczy promotorski; a także trzy kolejne, ukończone już po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych: 1 badawczy (wykonawca), 1 badawczy rozwojowy (wykonawca) i 1 celowy (wykonawca). W dorobku naukowym tego okresu istotna jest także współpraca Kandydata

z przemysłem, której efektem jest 5 nieopublikowanych prac wykonanych na zamówienie firm: Centrum Badawczo-Konstrukcyjne Obrabiarek w Pruszkowie, Stocznia Szczecińska Nowa Sp. z o. o. oraz Mont-Stal Sp. z o. o.

W omawianym okresie zainteresowania naukowe dr. inż. P. Pawełko dotyczyły głównie zagadnień konstrukcji stanowisk pomiarowych, modelowania CAD oraz stosowania elementów skończonych (MES) w analizie układów masowo-sprężystych. Wiedzę z tego zakresu zweryfikował projektując oraz konstruując stanowisko do wyznaczania właściwości statycznych szynowych prowadnic tocznych oraz dokonując walidacji ich modeli MES w ramach projektu celowego *Metodyka projektowych obliczeń i badań nowoczesnych układów prowadnicowych obrabiarek* (R03 026 01). Doświadczenia zdobyte podczas jego realizacji stały się podstawą kilku publikacji (poz. A 1 – A. 4 wykazu) oraz wyznaczyły dalsze kierunki badań, w tym tematykę pracy doktorskiej *Modelowanie i badania doświadczalne tocznych prowadnic szynowych*. Nie bez znaczenia były także kolejne granty realizowane przez Kandydata (poz. B.2 – B.7), w tym promotorski: *Modelowanie i badania doświadczalne tocznych prowadnic szynowych* (nr 4TO7D 011 30). Efektem podjętych działań było opracowanie metodyki badań doświadczalnych prowadnic tocznych oraz identyfikacji parametrów modeli MES tych połączeń, którą użyto do analiz fragmentu układu nośnego centrum tokarskiego. **Wnioski z obliczeń okazały się bardzo ważne dla praktyki przemysłowej, umożliwiając zmianę parametrów użytkowych prototypu centrum tokarskiego wytwarzanego przez Centrum Badawczo-Konstrukcyjne Obrabiarek (CBKO) w Pruszkowie.**

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora dorobek Kandydata został powiększony i ilościowo obejmuje 12 artykułów (w tym 1 autorski), 1 współautorski referat w materiałach konferencji krajowych, 4 projekty zakończone (w tym kierownictwo projektu badawczego nr N N503 186036) a także 3 obecnie realizowane. Ścisła współpraca z przemysłem przyniosła ponadto szereg prac nieopublikowanych (pozycje: E. 6 – E. 11 załączonego wykazu), które obejmują m. in. raporty z badań, opinie eksperckie dla Sądu, opinie o innowacyjności (22!) oraz opinię doradczo-techniczną dla firmy DB Port Szczecin Sp. z o. o.

Kierunek zainteresowań dr. inż. Piotra Pawełko nie uległ zmianie, a wcześniej realizowane granty oraz te rozpoczęte przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora nauk technicznych, przyniosły efekty w postaci szeregu publikacji (np. poz. A.1, 3, 4, 5, 8, 13 wykazu). Tematyka związana z modelowaniem konstrukcji obrabiarek została poszerzona o ich konstrukcję geometryczno-ruchową i zweryfikowana doświadczalnie. Współpraca z zespołem naukowców Szczecińskiej Szkoły Dynamiki Obrabiarek kierowanym przez prof. dr. hab. inż. Krzysztofa Marchelka skłoniła Kandydata do zajęcia się dynamiką obrabiarek, hydraulicznymi układami wymuszającymi oraz badaniami z zakresu obliczeń projektowych. Można tu wymienić zagadnienia: modelowania struktur geometryczno-ruchowych obrabiarek oraz błędów zespołów posuwowych, pomiarów drgań, wyznaczania sił skrawania oraz korygowania błędów obrabiarek sterowanych numerycznie (CNC). Powyższa tematyka była

realizowana bardzo wszechstronnie, m. in. w ramach szeregu grantów (pozycje B 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, D1 wykazu), zleceń dla przemysłu (pozycja E8 wykazu), a jej wynikami było kilka publikacji (pozycja A6, 9, 11 wykazu) oraz zgłoszenie patentowe (nr P 403062: *Obrabiarka przenośna sterowana numerycznie*). Doświadczenie zdobyte w zakresie modelowania konstrukcji pozwoliło Kandydatowi na aktywne uczestniczenie w projekcie dotyczącym systemów elektronicznych wozu bojowego dla wojska. Zbudował stanowisko hydrauliczne do symulacji drgań mechanicznych odzwierciedlających warunki pracy układów elektroniki w czasie rzeczywistym oraz wykonał projekt mechaniczny (wraz z testami odbiorczymi) *symulatora strzelca pokładowego śmigłowca o sześciu stopniach swobody w kinematyce równoległej*.

Brał ponadto udział w pracach konstrukcyjno-projektowych węzła napędowego korowarki na zlecenie firmy Mont-stal Sp. z o. o. w Policach, a obecnie zajmuje się nadzorem modernizacji suwnic nabrzeżnych typu STS o udźwigu 45 ton dla firmy DB Port Sp. z o. o. w Szczecinie.

Innego rodzaju wyzwaniem inżynierskim były prace w ramach projektu – instalacji artystycznej Pomnika Powielacza w Szczecinie. Kandydat opracował studium wykonalności przedsięwzięcia, projekt techniczny oraz był odpowiedzialny za jego realizację.

Kolejnym ważnym obszarem zainteresowań Kandydata jest modelowanie i korekcja błędów obrabiarek. W tym zakresie przeprowadził testy skuteczności poprawy dokładności wynikowej trajektorii ruchu narzędzia (wynikowa trajektorii ruchu narzędzia) na frezarce CNC z tradycyjnym zamkniętym układem sterowania. W ten sposób zweryfikował skuteczność autorskiej metody *kompensacji błędów trajektorii narzędzia skrawającego*, zastosowanej w celu poprawy uzyskiwanej dokładności obróbki. Wyniki tych badań opublikowano w artykule *Układ do pomiarów błędów geometrii powierzchni obrabianej podczas skrawania* (pozycja A6 wykazu). Trzy granty z tego obszaru tematycznego (pozycje B10, 9, D2) pozwoliły Kandydatowi znacząco rozwinąć metody badawcze, które w kompleksowy sposób przeanalizował i przedstawił w monografii *Studium projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym na przykładzie obrabiarki przenośnej do kołnierzy*.

Stwierdzam, że dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Piotra Pawełko pod względem ilościowym jest obszerny, ale Kandydat nie zadbał dotychczas o szersze upowszechnienie wyników swoich prac publikując je w czasopismach o zasięgu krajowym (*Przegląd Mechaniczny, Advances in Manufacturing Science and Technology, Archiwum Technologii Maszyn i Automatyzacji, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Inżynieria Maszyn, Archives of Mechanical Technology and Automation*). Tylko jedna publikacja została zgłoszona do czasopisma zagranicznego (*Archives of Civil and Mechanical Engineering*, pozycja A1 wykazu). Kandydat zgromadził jednak obszerny materiał o charakterze poznawczym i utylitarnym w ramach projektów badawczych, wzbogacony o liczne opinie

eksperckie dla przemysłu, który stanowi wartościowy wkład w rozwój wiedzy o szeroko pojętym modelowaniu parametrów obrabiarek.

Podsumowując dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Piotra Pawełko stwierdzam, że jest on obszerny, wartościowy, służy praktyce przemysłowej i spełnia tym samym wymagania Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Dr inż. Piotra Pawełko całą swoją aktywność naukową skupił na szeroko pojętej problematyce modelowania konstrukcji oraz badania obrabiarek i ich zespołów. Jego prace naukowo-badawcze są związane z modelowaniem CAD, stosowaniem metody MES w analizie układów masowo-sprężystych oraz modelowaniem i korekcją błędów obrabiarek.

Pozytywną ocenę całokształtu dorobku naukowego dr. inż. Piotra Pawełko w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn* uzasadniają:

1. naukowa i przede wszystkim aplikacyjna wartość rozprawy habilitacyjnej: *Studium projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym na przykładzie obrabiarki przenośnej do kołnierzy*, w tym:
 - opracowanie koncepcji oraz wykonanie prototypu obrabiarki CNC stosowanej w 5-ciu osiach (na rynku brak takich urządzeń);
 - opracowanie i wykonanie innowacyjnego, uniwersalnego montażu obrabiarki przenośnej (OP) na przedmiocie obrabianym (PO) z automatyczną korektą ustalania włącznie;
 - (...) *opracowanie efektywnego sposobu modelowania obrabiarek przenośnych uwzględniającego system montażu i właściwości przedmiotu obrabianego* (...) [s. 161];
2. autorstwo 2 zgłoszeń patentowych (P.403062 oraz P. 403066) oraz publikowany dorobek, powiększony jakościowo po ostatnim awansie, stanowiący istotny w skali kraju wkład w rozwój teorii i praktyki badań obrabiarek przemysłowych; jego mankamentem jest jednak mały zasięg, tzn. publikowanie prawie wyłącznie w czasopiśmie krajowych;
3. osiągnięcie pełnej samodzielności w kreowaniu zadań badawczych, w tym kierowanie i wykonawstwo wielu projektów o dużym znaczeniu praktycznym w obszarze dyscypliny naukowej *budowa i eksploatacja maszyn*.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa habilitacyjna i dorobek naukowy dr. inż. Piotra Pawełko spełniają wymagania Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i mogą być podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn*. Wnioskuje o dopuszczenie Kandydata do kolokwium habilitacyjnego.

O P I N I A

o rozprawie habilitacyjnej dr. inż. Piotra PAWEŁKO pt. „Studium projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym na przykładzie obrabiarki przenośnej do kołnierzy” oraz Jego dorobku naukowym

Dr. inż. Piotr Pawełko urodził się 2 listopada 1976 r. w Skwierzynie. Studia wyższe ukończył 12 października 2001 r. na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej. W latach 2001-2005 był słuchaczem studiów doktoranckich na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej. Od 1.10.2006-30.09.2007 był zatrudniony na stanowisku asystenta w Zakładzie Układów Mechatronicznych Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Szczecińskiej. Stopień naukowy doktora nauk technicznych uzyskał na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Modelowanie i badania doświadczalne tocznych prowadnic szynowych” wykonanej pod kierunkiem dr. inż. Grzegorza Szwegiera prof. nzw PS i obronionej z wyróżnieniem 6 marca 2007 r. na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej. Od 1 października 2007 r. do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta w Zakładzie Układów Mechatronicznych Instytutu Technologii Mechanicznej obecnie Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

1. Charakterystyka i ocena rozprawy habilitacyjnej

Przedstawiona do opinii rozprawa habilitacyjna dr. inż. Piotra Pawełko pt. „Studium projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym na przykładzie obrabiarki przenośnej do kołnierzy” jest monografią wydaną przez Wydawnictwo PPH ZAPOL w Szczecinie w 2013 r. (ISBN 978-83-7518-588-1). Monografia obejmuje 179 stron, na których przedstawiono spis treści, 9 rozdziałów, literaturę, streszczenie w jęz. polskim i angielskim oraz załączniki.

Rola obrabiarek przenośnych we współczesnej technologii mechanicznej ma tendencję wzrostową. Szczególnie jest to widoczne w wypadku obróbki przedmiotów

wielkogabarytowych, których przemieszczenie do miejsca w którym znajduje się stacjonarna obrabiarka zdolna do wykonania określonej (niezbędnej) operacji technologicznej jest bardzo trudne i kosztowne a także nierzadko niemożliwe. Wówczas jedynym racjonalnym rozwiązaniem jest dostarczenie na miejsce znajdowania się przedmiotu wielkogabarytowego obrabiarki przenośnej i przeprowadzenie na przedmiocie wielkogabarytowym niezbędnej operacji technologicznej. Obrabiarki przenośne w odróżnieniu od obrabiarek stacjonarnych cechują się znacznie mniejszą masą (co ma wpływ na ich mniejszą sztywność), dzięki czemu można je bez trudu transportować do miejsca znajdowania się przedmiotu wielkogabarytowego, przy czym odległość na jaką trzeba obrabiarkę przemieścić nie jest istotna. Istotną cechą charakterystyczną obrabiarki przenośnej jest konieczność jej ustalenia i zamocowania na przedmiocie obrabianym.

Wymienione uprzednio cechy charakterystyczne implikują ich uwzględnienie w procesie projektowania, wytwarzania i użytkowania obrabiarek przenośnych.

W opiniowanej rozprawie podjęto wymienione zagadnienia proponując ich rozwiązanie w tzw. ujęciu mechatronicznym. Jest to nowoczesne podejście uwzględniające tzw. projektowanie współbieżne, dzięki czemu uzyskuje się znaczną oszczędność czasu niezbędnego na realizację całego cyklu projektowego i wytwórczego. Zaproponowany w monografii oryginalny algorytm projektowania obrabiarki przenośnej zweryfikowano praktycznie na przykładzie obrabiarki przenośnej do kołnierzy. Tematyka rozprawy jest aktualna a przedstawione w niej wyniki są wartościowe nie tylko z poznawczego lecz przede wszystkim aplikacyjnego punktu widzenia.

We wprowadzeniu omówiono znaczenie obrabiarek przenośnych w obróbce przedmiotów wielkogabarytowych w aspekcie ich wytwarzania oraz regeneracji. Przedstawiono wybrane rozwiązania oferowane przez renomowanych producentów. Zwrócono uwagę na cechy szczególne obrabiarek przenośnych, odróżniających je od obrabiarek stacjonarnych oraz na konieczność ich uwzględnienia w procesie projektowania, wytwarzania i eksploatacji.

Rozdział drugi poświęcony jest zdefiniowaniu projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym. Przedstawiono charakterystykę technologiczną obrabiarek przenośnych oraz najczęściej spotykane ich rozwiązania konstrukcyjne. Dokonano podziału (klasyfikacji) obrabiarek przenośnych ze względu na różne kryteria. W rozdziale tym także w sposób bardzo skondensowany omówiono stosowane w projektowaniu obrabiarek metody modelowania i obliczeń statycznych i dynamicznych charakterystyk obrabiarek.

Cel i zakres pracy sformułowane są w rozdziale trzecim.

Algorytm projektowania obrabiarki przenośnej w ujęciu mechatronicznym przedstawiony jest w rozdziale czwartym. Algorytm ten (rys. 4.8) jest rozwinięciem

klasycznego algorytmu projektowania obrabiarki podanego przez L.T. Wrotnego. Jest to zdaniem recenzenta trafne ujęcie zagadnienia.

Rozdział piąty poświęcony jest zagadnieniom związanym z projektowaniem koncepcyjnym obrabiarki przenośnej. Zagadnienia te dotyczą: formułowania listy wymagań projektowych zależnej od przeznaczenia obrabiarki przenośnej, formułowania kryteriów oceny rozwiązań konstrukcyjnych obrabiarek przenośnych, wyboru sposobu mocowania na przedmiocie obrabianym, wyboru struktury geometryczno-ruchowej obrabiarki przenośnej, w podsumowaniu tego rozdziału zamieszczony jest przykład projektu koncepcyjnego obrabiarki przenośnej do kołnierzy ilustrujący tak postępowania przy jego opracowaniu. Poprawność postępowania oraz podejmowanych decyzji na etapie projektu koncepcyjnego ma istotny wpływ na przebieg kolejnych etapów. Błędne założenia i decyzje spowodują konieczność ich korekty co znakomicie wydłuży czas opracowywania projektu wstępnego i technicznego obrabiarki przenośnej. Z tego względu etap projektu koncepcyjnego powinien być przeprowadzony bardzo wnikliwie i starannie.

W rozdziale szóstym przedstawiono wybrane zagadnienia związane z opracowaniem projektu wstępnego i technicznego obrabiarki przenośnej. Zagadnienia te to: projektowanie układu masowo- dyssypacyjno- sprężystego obrabiarki przenośnej ze szczególnym uwzględnieniem kształtowania jego właściwości statycznych i dynamicznych z zastosowaniem komputerowego wspomaganie obliczeń modelowych. W pkt. 6.2 obszernie przedstawione są zagadnienia modelowania, obliczeń i oceny (prognoza) właściwości statycznych i dynamicznych układu nośnego obrabiarki przenośnej do kołnierzy. W rozdziale tym zawarto również rozważania związane z doбором silników układów napędowych posuwu oraz projektowaniem układu sterowania.

Rozdział siódmy poświęcony jest problematyce korekcji błędów mocowania i ustawienia obrabiarki przenośnej na przedmiocie obrabianym. W monografii zaproponowano oryginalne rozwiązanie tego zagadnienia, polegające na pomiarze błędów ustawienia obrabiarki przenośnej w układzie odniesienia związanym z przedmiotem obrabianym. Pomiaru dokonuje obrabiarka przenośna, która przyjmuje funkcję maszyny pomiarowej. Zamierzone błędy stanowią podstawę do określenia niezbędnych korekcji, które realizowane są przez układ sterowania CNC. Jest to możliwe w przypadku obrabiarek przenośnych CNC. Zaproponowana w monografii metoda korekcji eliminuje konieczność uciążliwego „ręcznego” ustawiania obrabiarki przenośnej względem przedmiotu obrabianego.

W rozdziale ósmym przedstawione są wyniki doświadczalnej weryfikacji prototypu obrabiarki przenośnej do kołnierzy. Weryfikacji dokonano w zakresie metody mocowania i ustalenia obrabiarki przenośnej na przedmiocie obrabianym. Wyznaczono charakterystyki dokładności i powtarzalności pozycjonowania sterowanych osi badanej obrabiarki przenośnej. Potwierdzono praktyczną skuteczność opracowanej metody korekcji. W

programie doświadczalnej weryfikacji znalazły się badania doświadczalne dynamiki układu OP-PO (obrabiarka przenośna – przedmiot obrabiany). W badaniach tych zastosowano test impulsowy dla różnych wariantów wzajemnego ustawienia elementów korpusowych obrabiarki przenośnej. Uzyskane charakterystyki amplitudowo – częstotliwościowe zamieszczono w tekście podstawowym monografii oraz w załączniku Nr 3, co należy uznać za właściwe z redakcyjnego punktu widzenia. Badania doświadczalne obejmowały także analizę modalną prototypu obrabiarki przenośnej do kołnierzy. Uzyskany w ten sposób model modalny układu masowo-dysypacyjno sprężystego OP-PO zastosowano do wyznaczenia krzywej workowej, określającej obszary stabilnej i niestabilnej obróbki. Przeprowadzone próby pracą w obu tych obszarach potwierdziły dokładność obliczeniowej prognozy wibrostabilności prototypu obrabiarki przenośnej do kołnierzy. Bardzo ważnym wnioskiem wynikającym z dokonanych prób pracą jest ujawnienie zasadności prowadzenia obróbki w obszarze dużych prędkości skrawania, w warunkach HSM. Krzywa workowa (rys. 8.29) wskazała, że w zakresie prędkości obrotowych 11.000 – 15 000 obr/ min można skrawać stabilnie ze znacznie większymi głębokościami aniżeli w obszarze 4.500 - 5.500 obr/min. Jest to bardzo ważny wniosek dla ustalania wartości parametrów technologicznych obróbki oraz ważne potwierdzenie celowości prognozowania wibrostabilności projektowanych obrabiarek przenośnych na podstawie krzywych workowych. Sformułowanie uprzednio przedstawionych wniosków jest oryginalnym i wartościowym osiągnięciem autora monografii.

W rozdziale dziewiątym dokonano podsumowania rozprawy oraz określono jej oryginalne elementy

Habilitant postąpił właściwie umieszczając w załączniku szczegółowe informacje o użytej w badaniach aparaturze pomiarowo - rejestrującej oraz szczegółowe wyniki testów impulsowych i pomiarów chropowatości powierzchni obrobionych uzyskanych w ramach prób pracą.

Do oryginalnych i wartościowych osiągnięć Habilitanta zaliczyć należy:

- opracowanie metodyki i algorytmu projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym; opracowanie kryteriów projektowania; opracowanie zasad modelowania statycznych i dynamicznych właściwości obrabiarek przenośnych,
- opracowanie sposobu - ustalania i mocowania obrabiarki przenośnej na przedmiocie obrabianym, którego znamioną cechą jest wykorzystanie układu CNC do określania korekty wynikowej trajektorii narzędzia; obrabiarka przenośna sama przy użyciu układu CNC dokonuje pomiaru swojego położenia względem przedmiotu obrabianego przy realizacji ustalenia i mocowania,

- wykazanie korzyści stosowania obróbki szybkościowej w obrabiarkach przenośnych - stabilne skrawanie z małymi przekrojami warstwy skrawanej przy relatywnie dużej wydajności obróbki.

Rozprawa habilitacyjna dr. inż. Piotra Pawełko ma charakter teoretyczno – doświadczalny. Przedstawione są w niej oryginalne osiągnięcia autora, dotyczące nowoczesnej tematyki wiążącej się z projektowaniem, wytwarzaniem i użytkowaniem obrabiarek przenośnych do obróbki elementów wielkogabarytowych. Wyniki przedstawione w rozprawie habilitacyjnej mają wartości nie tylko poznawcze lecz także aplikacyjne. Zaproponowane w niej algorytmy, modele, metody obliczeń i badań doświadczalnych mogą być efektywnie zastosowane w praktyce.

Strona redakcyjna rozprawy nie budzi większych zastrzeżeń.

Rozprawa habilitacyjna dr. inż. Piotra Pawełko jest opracowana na dobrym poziomie merytorycznym, zawiera wiele oryginalnych wyników ważnych ze względów poznawczych i aplikacyjnych. Spełnia wymagania stawiane rozprawom habilitacyjnym przedstawianym przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie „budowa i eksploatacja maszyn”.

2. Charakterystyka i ocena dorobku naukowego

Dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Piotra Pawełko po ostatnim awansie naukowym obejmuje: 1 monografię (rozprawa habilitacyjna), 1 pracę opublikowaną w jęz. angielskim w czasopiśmie z LF, 12 prac opublikowanych w czasopismach naukowych PAN i równorzędnych, 1 współautorski referat opublikowany w materiałach I Kongresu Mechaniki Polskiej. Ponadto do dorobku naukowo-badawczego Habilitanta zaliczyć należy udział w realizacji 6 projektów i kierowaniu 1 projektem finansowanych przez KBN, MNiSW, NCBiR, NCN oraz 8 projektów wykonanych na zlecenie przedsiębiorstw przemysłowych, a także zakwalifikowanie do druku 2 prac w Archives of Mechanical Technology and Automation i w Advances in Manufacturing Science and Technology.

Zainteresowania i aktywność naukowa dr. inż. Piotra Pawełko są konsekwentnie skoncentrowane w obszarze zagadnień związanych z modelowaniem CAD i zastosowaniem metody elementów skończonych w projektowaniu i konstruowaniu obrabiarek oraz zespołów obrabiarkowych. Wiedzę z tego zakresu Habilitant twórczo wykorzystał przy opracowaniu rozprawy doktorskiej pt. „Modelowanie i badania doświadczalne tocznych przewodnic szynowych” a następnie znacznie ją poszerzył przez włączenie problematyki projektowania w ujęciu mechatronicznym. Spektakularnym owocem tego poszerzenia jest Jego rozprawa habilitacyjna pt. „Studium projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym

na przykładzie obrabiarki przenośnej do kołnierzy”. Należy podkreślić, że jest to pierwsze tak obszerne i kompletne opracowanie tego tematu w literaturze krajowej.

Analizując opublikowane dotychczas przez Habilitanta prace odnosi się wrażenie, że potencjał publikacyjny uzyskanych przez Niego wyników nie został w pełni i racjonalnie wykorzystany. Szczególnie dotyczy to ich udostępnienia szerszemu kręgowi odbiorców. Konieczne jest wzmożenie aktywności publikacyjnej w czasopiśmie zagranicznych o uznanej renomie oraz zdecydowane zwiększenie liczby wystąpień na konferencjach zagranicznych i krajowych.

Skromność dorobku publikacyjnego zdecydowanie jest kompensowana przez osiągnięcia Habilitanta wynikające z uczestnictwa w realizacji projektów finansowanych przez KBN, MNiSW, NCBiR i NCN a także osiągnięcia aplikacyjne wynikające z realizacji projektów zleczanych bezpośrednio przez zakłady przemysłowe. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę, że prace naukowo-badawcze ukierunkowane na zastosowanie przemysłowe w niewielkim stopniu powodują wzrost tzw. wskaźników bibliometrycznych (liczba cytowań, impact factor, wskaźnik Hircha itd.), które to wskaźniki są uwzględnione przy ocenie wartości osiągnięć naukowych.

Dorobek naukowo-badawczy i aplikacyjny dr. inż. Piotra Pawełko oceniam pozytywnie. Stanowi cenny wkład w rozwój wiedzy w obszarze projektowania i konstruowania obrabiarek a szczególnie obrabiarek przenośnych. Spełnia wymagania Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym i Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki i może być uznany za wystarczający przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie *nauki techniczne w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn*.

3. Wniosek końcowy

Zarówno rozprawa habilitacyjna oraz dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Piotra Pawełko spełniają wymagania Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym i Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki i mogą być podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie *nauki techniczne w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn*.

Wnoszę o dopuszczenie dr. inż. Piotra Pawełko do kolokwium habilitacyjnego.



Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak

wk5@tu.koszalin.pl,

Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

RECENZJA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH I ROZPRAWY HABILITACYJNEJ

dr. inż. PIOTRA PAWEŁKO
z ZACHODNIOPOMORSKIEGO UNIWERSYTETU TECHNOLOGICZNEGO
w Szczecinie

TYTUŁ ROZPRAWY HABILITACYJNEJ:

STUDIUM PROJEKTOWANIA OBRABIAREK PRZENOŚNYCH
W UJĘCIU MECHATRONICZNYM
NA PRZYKŁADZIE OBRABIARKI PRZENOŚNEJ DO KOŁNIERZY

KOSZALIN, MARZEC 2014

Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak
Politechnika Koszalińska

RECENZJA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH I ROZPRAWY HABILITACYJNEJ

dr. inż. PIOTRA PAWEŁKO
z ZACHODNIOPOMORSKIEGO UNIWERSYTETU TECHNOLOGICZNEGO
w Szczecinie

TYTUŁ ROZPRAWY HABILITACYJNEJ:

STUDIUM PROJEKTOWANIA OBRABIAREK PRZENOŚNYCH
W UJĘCIU MECHATRONICZNYM
NA PRZYKŁADZIE OBRABIARKI PRZENOŚNEJ DO KOŁNIERZY

Opinię o dorobku naukowym i dydaktycznym dr inż. Piotra Pawełko przedstawiam na podstawie autoreferatu, monografii habilitacyjnej, zbioru publikacji oraz znanych mi prezentacji wyników badań, w tym realizowanych projektów badawczych.

1. CHARAKTERYSTYKA PRACY NAUKOWEJ KANDYDATA

1.1. Przebieg pracy zawodowej

Dr inż. Piotr Pawełko (ur. 1976 roku w Skwierzynie) jest adiunktem w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, w Instytucie Technologii Mechanicznej, w Zakładzie Układów Mechatronicznych.

Studia magisterskie na kierunku mechanika i budowa maszyn, w specjalności komputerowo wspomagane projektowanie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej ukończył w 2001 roku. W okresie od 2001 do 2005 roku odbył studia doktorskie, które zakończył wyróżnioną rozprawą doktorską nt.: „Modelowanie i badania doświadczalne toczonych przewodnic szynowych” i uzyskał w 2007 roku stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja

maszyn. Promotorem rozprawy był dr hab. inż. Grzegorz Szwegier profesor Politechniki Szczecińskiej.

Od 2007 roku Habilitant jest członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

Pierwsze prace naukowe dr inż. Piotra Pawełko obejmowały zagadnienia konstrukcji stanowisk pomiarowych, modelowania CAD oraz zastosowania metody elementów skończonych (MES) w analizie układów masowo-sprężystych.

Do ważnych osiągnięć zawartych w rozprawie doktorskiej można zaliczyć: modelowanie nieliniowego kontaktu między elementami tocznymi i bieżniami prowadnic tocznych oraz uwzględnienie kinematycznych sprzężeń stopni swobody w modelach MES.

Działalność naukowa po uzyskaniu stopnia doktora rozszerzyła się na modelowanie konstrukcji obrabiarek, ich badania i tworzenie nowoczesnych stanowisk badawczych. Habilitant rozpoczął współpracę z zespołem kierowanym przez prof. dr hab. Krzysztofa Marchelka.

W kolejnych pracach wystąpiły zagadnienia dynamiki obrabiarek, hydraulicznych układów wymuszających, modelowania korzystnych struktur obrabiarek, modelowania niedokładności zespołów posuwowych oraz kompensacji błędów obrabiarek sterowanych numerycznie.

Podsumowaniem prowadzonych badań po doktoracie jest monografia pt. "STUDIUM PROJEKTOWANIA OBRABIAREK PRZENOŚNYCH W UJĘCIU MECHATRONICZNYM", będąca podstawą do wszczęcia przewodu habilitacyjnego, zawierająca innowacyjne wyniki i otwierająca nowe kierunki badawcze w zakresie budowy mobilnych układów technologicznych. Recenzentami wydawniczymi tej monografii byli: prof. zw. dr hab. inż. Krzysztof Marchelek oraz prof. nadzw. dr hab. inż. Roman Staniek.

1.2. Rozwój naukowy i charakterystyka osiągnięć naukowych

Habilitant opracował metodykę wielowariantowego obliczania MES układów nośnych szeregowych struktur kinematycznych i zastosował ją do optymalizacji układu nośnego obróbkowego centrum frezarskiego, ze względu na przyjęte kryterium sztywności. Wyniki tych prac były podstawą modyfikacji konstrukcji tego typu obrabiarek wytwarzanych przez Centrum Badawczo-Konstrukcyjne Obrabiarek w Pruszkowie.

Kandydat posiada w swoim dorobku naukowym osiągnięcia w zakresie modelowania, obliczeń projektowych i badań mikro frezarki sterowanej w trzech osiach oraz budowy zespołów posuwowych z napędami liniowymi.

Realizował również prace dla innych obszarów techniki. Uczestniczył w projekcie dotyczącym systemów elektronicznych w wozie bojowym do zastosowań wojskowych w zakresie budowy stanowiska hydraulicznego do symulacji drgań mechanicznych, modelujących warunki pracy układów elektronicznych, a także w zadaniu "Sy-

mulatora strzelca pokładowego śmigłowca", opracowując projekt mechaniczny symulatora o sześciu stopniach swobody.

W latach 2006-2009, uczestniczył w projektowaniu, budowie prototypu oraz badań odbiorczych precyzyjnego trójosiowego centrum frezarskiego średniej wielkości. Należy wymienić w tym zakresie opracowanie modeli do prognozowania wpływu zmian parametrów geometrycznych podzespołów na właściwości mechaniczne układu nośnego obrabiarki. Ważnym efektem tych prac było opracowanie wielu programów metod obliczeniowych do wielowariantowej analizy układów nośnych struktur kinematycznych zawierających toczne połączenia przewodnicowe.

Ważnym osiągnięciem Habilitanta było kierowanie projektem badawczym nt.: "Koncepcja i opracowanie konstrukcji mechatronicznej obrabiarki mobilnej", a także udział w realizacji wielu innych projektów dotyczących doskonalenia właściwości obrabiarek.

1.3. Doświadczenia organizacyjne

Kandydat wyróżnia się bardzo dużą aktywnością w realizacji ważnych projektów badawczych, co dobrze świadczy o innowacyjności tematyki badawczej oraz o umiejętnościach badawczych dr inż. Piotra Pawełko.

Dla pełności oceny Kandydata przytaczam tematykę tych projektów:

1. Projekt badawczy "Koncepcja i opracowanie konstrukcji mechatronicznej obrabiarki mobilnej" - 2009-2012 (wykonawca).
2. Projekt rozwojowy "Budowa prototypowego systemu do badań mikroobróbki skrawaniem - badania i modelowanie procesu" - 2009-2012 (wykonawca).
3. Projekt badawczy rozwojowy „Opracowanie i badania prototypu obrabiarkowego zespołu posuwowego z napędami liniowymi sterowanego w dwóch osiach z układu CNC o otwartej architekturze” - 2007-2010 (wykonawca).
4. Projekt badawczy "Badania i korygowanie wpływu właściwości geometrycznych obrabiarki skrawającej na dokładność kształtowania przedmiotów obrabianych" – 2008-2011 (wykonawca).
5. Projekt celowy "Metodyka projektowych obliczeń i badań nowoczesnych układów przewodnicowych obrabiarek" – 2006-2009 (wykonawca).
6. Projekt badawczy "Badanie i korygowanie wpływu mechanicznych właściwości obrabiarek na dokładność kształtowania przedmiotów obrabianych" - 2004-2007 (wykonawca).
7. Projekt badawczy promotorski "Modelowanie i badania doświadczalne tocznych przewodnic szynowych" - 2005-2007 (wykonawca).

8. Projekt badawczy „Badania analityczne i doświadczalne statycznych, dynamicznych i eksploatacyjnych właściwości mechanizmów śrubowo-tocznych w układach przewodnicowych maszyn” – 2005-2008 (wykonawca).

Projekty obecnie realizowane:

9. Projekt badawczy „Rozwój metod kalibracji obrabiarek sterowanych numerycznie” - 2011-2014 (wykonawca).
10. Projekt badawczy „Rozwój metod poprawy dokładności przestrzennego pozycjonowania obrabiarek CNC” (wykonawca).
11. Projekt badawczy „Metodyka obliczeń i doświadczalnych badań właściwości układów nośnych obrabiarek w wielu punktach przestrzeni obróbki” - 2011-2014 (wykonawca).

2. CHARAKTERYSTYKA DOROBKU NAUKOWEGO

2.1. Główne kierunki badawcze

Głównym kierunkiem badawczym Kandydata jest tworzenie podstaw modelowania i doskonalenia konstrukcji obrabiarek, w tym napędów oraz budowy mobilnych urządzeń technologicznych.

Temu kierunkowi odpowiada tematyka i zakres zagadnień zawartych w monografii, która jest opracowaniem o dobrze przemyślanym układzie i wyborze problemów tworzącym spójny zbiór wyników, ważnych dla rozwoju wiedzy, charakteryzujących się wysokim poziomem innowacyjności i wysokim potencjałem przydatności praktycznej.

2.2. Ocena dorobku i aktywności naukowej oraz zasięgu publikacji

Osiągnięcia naukowe Autora znacznie przewyższają dorobek publikacyjny. Autor dołączył do dokumentacji zbiorcze zestawienie liczbowe opracowań, z którego wynika, iż jest współautorem 16 publikacji, w tym 12 po uzyskaniu stopnia doktora. Część tych publikacji charakteryzuje się znacznym zasięgiem rozpowszechniania, choć stosunkowo mała liczba cytowań świadczy, że w tym zakresie Autor ma jeszcze możliwości pełniejszego upowszechnienia wyników, gdyż Jego osiągnięcia naukowe na to zasługują.

Dziedzina badań Kandydata obejmuje trudne problemy technologiczne w budowie maszyn. Są one rozwiązywane w innowacyjny sposób, wyróżniają się dużą różnorodnością, i choć zakres ich zastosowań jest dość duży, to jednak zainteresowanie nimi rozwija się stopniowo.

Wyniki tych prac mają znaczną przydatność dla projektantów i konstruktorów urządzeń technologicznych, ale ukierunkowanie pracy na zastosowania przemysłowe, najczęstiej nie skutkuje generowaniem cytowań.

Do nowych publikacji, które jeszcze nie zostały ujęte w powyższym zestawieniu, należą:

1. P. Pawełko, S. Berczyński, Z. Grządziel; MODELING ROLLER GUIDES WITH PRELOAD - Archives of Civil and Mechanical Engineering.
2. P. Pawełko, M. Nowak, G. Szwegier; A NEW APPROACH TO THE MOUNTING OF A PORTABLE MACHINE TOOL ON A WORKPIECE - Archives of Mechanical Technology and Automation.
3. P. Pawełko, M. Dolata. ANALYSIS OF PORTABLE MACHINE TOOL CONSTRUCTION CONTAINING MODULAR COMPONENTS - Advances in Manufacturing Science and Technology.

3. OCENA ROZPRAWY HABILITACYJNEJ

3.1. Rozwiązane problemy naukowe

Prace naukowe i rozprawa habilitacyjna dr inż. Piotra Pawełko są efektem uzasadnionej oceny, iż doskonalenie struktur układów technologicznych pozwala na uzyskanie efektów w postaci ograniczania masy i rozmiarów obrabiarek oraz podwyższania dokładności i wydajności obróbki, a ponadto możliwe jest dokonywanie kompensacji niedokładności i aktywne oddziaływania na stan obiektu.

Do najważniejszych osiągnięć naukowych, podsumowanych w rozprawie habilitacyjnej nt.: "Studium projektowania obrabiarek przenośnych w ujęciu mechatronicznym na przykładzie obrabiarki przenośnej do kołnierzy", zaliczam:

1. Opracowanie podstaw budowy, dokonanie analizy możliwych struktur oraz wykonanie prototypu przenośnej obrabiarki CNC sterowanej w 5-ciu osiach.
2. Wykazanie możliwości wykorzystania obrabiarki przenośnej, jako układu pomiarowego.
3. Opracowanie innowacyjnego systemu montażu obrabiarki przenośnej na obrabianym przedmiocie.
4. Opracowanie metody samoczynnej kompensacji odchyłek położenia obrabiarki względem przedmiotu z wykorzystaniem korekcji trajektorii wypadkowego ruchu narzędzia.
5. Opracowanie efektywnego sposobu modelowania obrabiarek przenośnych uwzględniającego system montażu i właściwości przedmiotu obrabianego.
6. Dokonanie zgłoszeń patentowych dwóch wynalazków: „Obrabiarka przenośna sterowana numerycznie” oraz „Sposób mocowania maszyn, zwłaszcza obrabiarek przenośnych i urządzenie do mocowania maszyn, zwłaszcza obrabiarek przenośnych”.

Pozytywnie oceniam poziom naukowy monografii. Zbiór dokonań Autora, ma duże znaczenie dla rozszerzenia wiedzy i jej zastosowań w projektowaniu obrabiarek, doskonaleniu ich struktur konstrukcyjnych oraz napędów, a także w budowie mobilnych urządzeń technologicznych, które są przydatne do operacji obróbkowych na dużych elementach.

3.2. Uwagi dotyczące rozprawy habilitacyjnej

Zależność opisująca tablicę wzorów strukturalnych $T_w=n!$ (5.1) na stronie 45 powinna być opatrzona nie tylko zamieszczonym komentarzem o eliminacji rozwiązań, które nie spełniają przyjętych kryteriów dla ustalonych warunków wykluczania. Wartość $n!$ odpowiada takiemu zbiorowi, w którym określone moduły umieszcza się w tablicy w tej samej kolejności, lecz z innym elementem jako pierwszym. Poprawniej byłoby zatem $(n-1)!$.

Osie histogramów na rysunkach 8.8 i 8.9 nie zostały opisane, choć wartości zmienionych zostały podane w tekście poprzedzającym rysunki.

Z rysunku 8.24 na stronie 151 można wyprowadzić wnioski dotyczące przyczyn dość małej dokładności obróbki oraz znacznej chropowatości powierzchni, określanej między innymi parametrem R_t . Strefa obróbki jest znacznie oddalona od połączenia belek pionowych z poziomymi, co prowadzi do znacznych odkształceń układu. Zastosowanie dwóch stref obróbki, rozmieszczonych symetrycznie lub z niewielkim przesunięciem, byłoby zapewne korzystne dla jej dokładności.

Podawanie definicji parametru R_a na stronie 158 nie było konieczne.

Monografia nie zawiera istotnych usterek redakcyjnych. Oceniana rozprawa habilitacyjna mimo powyższych uwag, charakteryzuje się dobrym poziomem analiz i wnioskowania, odwołuje się do dobrze przeprowadzonych badań z zastosowaniem zaawansowanych stanowisk badawczych, zawiera wiele wyników istotnych dla podwyższania jakości w procesach skrawania, realizowanych w warunkach stosowania mobilnych obrabiarek.

4. WNIOSEK KOŃCOWY

Wyniki pracy mają znaczenie poznawcze w zakresie teoretycznych i doświadczalnych podstaw budowy mobilnych urządzeń technologicznych, ustalanych na czas trwania operacji technologicznych na obrabianym elemencie. To wiąże się z wymaganiami optymalizacji struktury obrabiarki ze względu na minimalizację odchyłek położenia w warunkach ograniczeń, nałożonych na masę i wymiary elementów obrabiarki.

Projekt ma również duże znaczenie aplikacyjne, jako podstawa do konstruowania i budowy obrabiarek mobilnych, do wykorzystania w przemyśle stoczniowym, budowie konstrukcji o znacznych rozpiętościach, w budowie aparatury chemicznej, w budowie unikatowych konstrukcji, w przemyśle budowy środków transportu.

W wyniku analizy dorobku naukowego dr inż. Piotra Pawełko stwierdzam, iż Autor:

- wybrał tematykę pracy naukowej ważną dla zastosowań mobilnych urządzeń technologicznych,
- osiągnął uznane efekty naukowe i praktyczne, w postaci teoretycznych i doświadczalnych podstaw budowy takich układów,
- opracował innowacyjne rozwiązania i dokonał oceny ich przydatności,
- wykazał się twórczym podsumowaniem wiedzy i własnych opracowań w zakresie budowy specjalnych wieloosiowych obrabiarek mocowanych na obrabianym przedmiocie,
- przedstawił zastosowania opracowanych metod,
- efekty naukowe i praktyczne wyników badań przedstawił na poziomie, który uzasadnia ich pozytywną ocenę.

Oceny zawarte w podsumowaniu składają się na opinię, iż dorobek naukowy i inne osiągnięcia Kandydata wypełniają wymagania stawiane w przewodach habilitacyjnych. Uzasadnia to pozytywną ocenę wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

