

Dr hab. inż. Marek Jałbrzykowski, prof. PB

Białystok 10.12.2023 r.

Politechnika Białostocka

Wydział Mechaniczny

Katedra Inżynierii Materiałowej i Produkcji

Ul. Wiejska 45C

15-351 Białystok

OCENA

osiągnięcia naukowego, dorobku naukowo-badawczego i dydaktycznego w związku z postępowaniem o nadanie dr inż. Marcinowi Dyerowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna

Niniejsza opinia została sporządzona w odpowiedzi na decyzję Rady Doskonałości Naukowej nr DRKN.Z2.400.124.2023 z dnia 1 października 2023 roku oraz uchwały nr 100/2023 Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna, Politechniki Śląskiej z dnia 19 października 2023 roku, w związku z powołaniem mnie na recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Marcinowi Dyerowi.

Recenzja powstała na podstawie dostarczonej dokumentacji:

- dane Wnioskodawcy,
- poświadczonej kopii dyplomu o nadaniu stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn,
- autoreferatu w języku polskim,
- kopii monografii będącej osiągnięciem naukowym kandydata, zatytułowanej: **Wybrane zagadnienia kształtowania narzędzi chirurgicznych,**
- kopii artykułów wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych,
- wykazu opublikowanych prac naukowych oraz informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki, oraz współpracy z przemysłem.

1. Podstawowe informacje o Kandydacie

Dr inż. Marcin Dyner tytuł zawodowy magistra inżyniera uzyskał w 2001 roku na Wydziale Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, na kierunku Zarządzanie Małym Przedsiębiorstwem.

11 stycznia 2017, na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej w Rzeszowie, obronił pracę doktorską, pt.: „Plastyczne kształtowanie tytanowych paneli cienkościennych z przetłoczeniami usztywniającymi”, i tym samym uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn. Promotorem pracy była Prof. dr hab. inż. Janina Adamus, Politechnika Częstochowska.

Dr inż. Marcin Dyner pracę naukową w Uniwersytecie im. Jana Długosza w Częstochowie rozpoczął 19 lutego 2018 roku i do chwili obecnej pracuje tam na stanowisku adiunkta na Wydziale Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych, w Katedrze Zaawansowanych Metod Obliczeniowych.

Jednocześnie od 2 lutego 2000 pracuje i jest właścicielem Fabryki Narzędzi Medycznych CHIRMED, a od 28 czerwca 2011 pracuje i jest współwłaścicielem w firmie Chirstom s.c.

2. Ocena monografii autorskiej dr inż. Marcina Dynera pt.: „Wybrane zagadnienia kształtowania narzędzi chirurgicznych”, stanowiącej osiągnięcie naukowe Habilitanta, będącej podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego

Problematyka instrumentarium chirurgicznego jest tematem wielu prac naukowych i stanowi cały czas aktualny stan badań i poszukiwań naukowych. Dotyczy to zarówno specjalistów z dziedziny medycyny, jak i inżynierów z zakresu inżynierii materiałowej, mechanicznej i biomedycznej. Szczególnym problemem są wymagania dotyczące tego typu narzędzi oraz wynikające z tego ograniczenia. Chodzi tu m.in. o kontakt z krwią, czy żywą tkanką organizmu ludzkiego, co narzuca najwyższe kryteria w zakresie biozgodności, biokompatybilności, atrombogenności, i wiele innych. Z tego powodu wyraża się przekonanie, iż Habilitant podjął się bardzo ambitnego tematu w zakresie projektowania i wdrażania procesów technologicznych kształtowania elementów instrumentarium chirurgicznego (ich konstrukcji i konstytuowania warstw wierzchnich).

W odniesieniu do procesów technologicznych wytwarzania tego typu instrumentów można powiedzieć, że są to takie same procesy technologiczne jak w przypadku wytwarzania tradycyjnych narzędzi technicznych. Wymienić tu można m.in. cięcie, toczenie, frezowanie, gwintowanie, dłutowanie, szlifowanie, obróbkę plastyczną (kucie, walcowanie, tłoczenie,...), obróbkę cieplną i cieplno-chemiczną i inne znane techniki wytwarzania. W tym sensie przytoczony, w przedstawionej do oceny monografii, materiał opisowy nie stanowi niczego nowego, a z pewnością można mieć uwagi o charakterze dyskusyjnym w odniesieniu do prezentowanych tam treści. Można też podkreślić, że w monografii zebrano wymienione techniki w jedną całość, dzięki czemu stanowi ona doskonały poradnik dla inżyniera biomedycznego. Poniżej przedstawiono kilka kwestii, które stanowią jednocześnie uwagi o charakterze dyskusyjnym:

- w autoreferacie Habilitant pisze, cytat: „...w monografii omówiłem najważniejsze z mojego punktu widzenia zagadnienia kształtowania narzędzi chirurgicznych, w tym zagadnienia związane z wprowadzaniem nowoczesnych technologii kształtowania, jak np. cięcie laserowe i cięcie strumieniem wody z dodatkiem środka ściernego. W pracy szczególną uwagę zwróciłem na aspekty tribologiczne, które towarzyszą procesom kształtowania narzędzi chirurgicznych, w tym wytwarzanych z tytanu bądź jego stopów, które to materiały charakteryzują się wyjątkowo niekorzystnymi właściwościami tribologicznymi, często uniemożliwiającymi ich kształtowanie (duży współczynnik tarcia i skłonność do tworzenia tytanowych narostów na narzędziach kształtujących)....” Odnosząc się do powyższego można mieć pytanie, dlaczego Habilitant opisuje techniki wytwarzania najważniejsze z punktu widzenia Habilitanta, a nie najważniejsze z punktu widzenia problemów naukowych i użytecznych, które powinny najbardziej interesować naukowca badacza? Przecież to poszukiwanie tych problemów i odpowiedź na nie stanowi istotę pracy naukowca. Ponadto trzeba też podkreślić, że ani cięcie laserowe, ani też cięcie strumieniem wody z dodatkiem środka ściernego (jeśli nie jest skorelowane z działaniem naukowym, np. poszukiwaniem mechanizmów pewnych zdarzeń) nie jest, na dzień dzisiejszy, nowoczesną techniką. Powszechnie używa się tych technik w zakładach produkcyjnych. Aspekty tribologiczne i związane z tym smarowanie są obecne w technologiach wytwarzania właściwie od starożytności. Inaczej mówiąc wyraża się przekonanie, że poświęcone tym zagadnieniom rozdziały w monografii (schematyczne opisanie procesów i zjawisk występujących w technikach wytwarzania) można potraktować jako przegląd operacji i procesów oraz zebranie w jednym podręczniku informacji bardzo przydatnych opisujących obecne techniki wytwarzania stosowane przy wytwarzaniu

instrumentów chirurgicznych. Oczywiście wszystkie opisane procesy, operacje i zabiegi są niezwykle ważne z punktu widzenia procesu technologicznego, jednak akademicki opis tych elementów oraz zebranie ich w jednym dziele, nie był chyba głównym celem Habilitanta.

- na pewno można się zgodzić, że stwierdzeniem, że cytat (z autoreratu): „...*Narzędzia chirurgiczne należą do tej grupy narzędzi, które bezpośrednio mają wpływ na zdrowie i życie pacjenta, dlatego podlegają rygorystycznym rozporządzeniom unijnym (rozdz. 4 monografii: „Wymagania stawiane narzędziom chirurgicznym w świetle rozporządzeń unijnych”). Od ich jakości zależy nie tylko komfort użytkowania narzędzi przez lekarzy, ale przede wszystkim bezpieczeństwo pacjenta. Mimo ogromnego rozwoju narzędzi chirurgicznych, jaki nastąpił na przestrzeni lat w związku z rozwojem nauki o materiałach, rozwojem technologii ich wytwarzania i przetwarzania oraz rozwojem technik operacyjnych, ciągle jeszcze istnieje wiele kwestii wymagających wyjaśnienia i rozwiązania....”* Jednak czytając autoreferat, który jest autoprezentacją osiągnięć naukowych Habilitanta, ma się wrażenie, że głównym elementem jakemu poświęcił swój czas są osiągnięcia w zakresie konstrukcji wybranych części, czy obszarów narzędzi. Bez wątplenia są to znaczące, ponad przeciętne osiągnięcia technologiczne, których znaczenie potwierdzają uzyskane patenty oraz owocna współpraca z różnymi ośrodkami w kraju i za granicą. Bez wątplenia też wdrożone rozwiązania konstrukcyjne stanowią istotne udogodnienie dla lekarzy specjalistów, z pewnością też dla jakości procesu diagnostyczno-leczniczego pacjentów. Jednak brak jest informacji, czy zaprojektowane konstrukcje są wynikiem jedynie wskazówek lekarskich, czy może wynikają z pewnych naukowo-technologicznych przyczyn.

- wreszcie opisy co do wyglądu powierzchni instrumentarium, cytat: „...*Kolejnym ważnym aspektem związanym z wytwarzaniem narzędzi chirurgicznych wielokrotnego użytku jest także ich projektowanie, aby nie nastręczały problemów podczas mycia i dezynfekcji (unikanie zbędnych przestrzeni, otworów i żłobień, które utrudniają czyszczenie narzędzi). Z drugiej jednak strony części chwytowe narzędzi muszą być tak zaprojektowane by uniemożliwić wyślizgiwanie się narzędzi z dłoni operatora, zwłaszcza że często są one eksploatowane w obecności wilgotnego środowiska tkankowego....”* Są problemami powszechnie znanymi i firmy z branży (np. Medgal, ChM) prześcigają się w różnych koncepcjach, i z powodzeniem wytwarzają oraz zasilają w instrumentarium liczne szpitale i ośrodki medyczne w kraju i za granicą. Oznacza to, że istnieją rozwiązania, które zaspokajają potrzeby lekarzy, chyba że Habilitant zaprojektował coś absolutnie nowego, coś co jest wynikiem zarówno potrzeb

użytkownika końcowego, a jednocześnie sukces rozwiązania ma podstawy naukowe. Jednak takich opisów w monografii nie ma. Podobnie można omówić pozostałe akapity autoreferatu.

Odnosząc się do przedstawionej, do oceny monografii, Habilitant bardzo cennie zauważył, że cytat: „*Celem przedstawionej do oceny monografii jest omówienie najważniejszych zagadnień związanych z kształtowaniem narzędzi chirurgicznych*”, i sama monografia zgodnie z deklaracją autora jest podręcznikiem akademickim, który w jednym dziele zawiera bardzo cenny poradnik dla studentów i inżynierów biomechaników specjalizujących się w technikach wytwarzania narzędzi chirurgicznych. Jednak w monografii autor nie podkreśla w sposób odpowiednio ważny swoich osiągnięć. Są tam zebrane ogólne informacje o procesach czy operacjach technologicznych, w których Habilitant miał swój wkład, a które mają miejsce podczas procesów wytwórczych narzędzi. Jednak sama wzmianka o tych procesach to trochę za mało, ażeby można było dokonać oceny w zakresie ich istotności dla dziedziny nauki.

Wydaje się, że dopiero załączone publikacje, które są tematycznie powiązane z monografią wskazują na istotę wybranych procesów, o których wspominał Habilitant w monografii. I tutaj zaczynają nabierać sensu zagadnienia tribologiczne. Praca przedstawiona do oceny jako Załącznik 6a traktuje o nowej propozycji środka smarnego na bazie oleju rzepakowego z dodatkiem kwasu borowego. Obok zaproponowanej autorskiej propozycji kompozycji smarowej istotnym elementem jest sposób jej nakładania na powierzchnie metaliczne przed procesem kształtowania, co w połączeniu nadaje temu systemowi (kompozycja smarowa + sposób jej nakładania/otrzymywania) wyjątkowych właściwości przeciwtarciowych i przeciwzuzyciowych. Ten aspekt pracy zasługuje na uznanie i rzeczywiście nosi znamiona istotnego wkładu w dziedzinę nauki inżynieria biomedyczna. Chodzi tu przede wszystkim o opracowywanie/zaprojektowanie receptury smaru/kompozycji smarowej do obróbki plastycznej przyjaznej dla środowiska, której działanie byłoby co najmniej porównywalne do tego typu kompozycji technologicznych uzyskiwanych na bazie olejów mineralnych. Jako bazę do zaprojektowania tej kompozycji przyjęto olej rzepakowy, wyjaśniając, że jest on w Polsce łatwo dostępny i stosunkowo niedrogi. Zwrócono uwagę na fakt iż, korzystne właściwości smarne olejów roślinnych wynikają z ich długich łańcuchów polarnych kwasów tłuszczowych, które tworzą stabilną jednocząsteczkową warstwę graniczną zaadsorbowaną fizycznie na powierzchni i ukierunkowaną prostopadle do niej. Jednowarstwowa powłoka wyglądająca jak szczotka molekularna zmniejsza tarcie i zużycie.

Im dłuższy jest łańcuch węglowodorowy, tym większa odległość pomiędzy powierzchniami trącymi i silniejsze zmniejszenie ich wzajemnego oddziaływania. Baza olejowa została wzbogacona kwasem borowym (H_3BO_3), którego struktura krystaliczna jest podobna do grafitu. Grafit z kolei jest powszechnie stosowany jako stały smar lub dodatek do olejów o uznanych właściwościach przeciwтарыowych i precyzujących. Jednak jego stosowanie w procesach technologicznych, często jest problematyczne, z uwagi na fakt iż adhezyjnie łączy się z powierzchniami przeciwnymi węzła tarcia powodując ich zaciernienie, co jest w niektórych procesach niedopuszczalne. Warstwowa struktura kwasu borowego zmniejsza tarcie i w przeciwieństwie do grafitu nie zanieczyszcza powierzchni. Dobre właściwości smarne wynikają ze słabych wiązań van der Waalsa pomiędzy poszczególnymi warstwami oraz silnych wiązań kowalencyjnych w warstwie. Umożliwia to łatwe przesuwanie się jednej warstwy po drugiej podczas obciążenia. Jako przykład korzyści technologicznych, wynikających z zastosowania zaprojektowanego smaru można przytoczyć, że w pracy (Załącznik 6a) autorzy dokonali porównania właściwości tribologicznych trzech smarów handlowych oraz swojej propozycji kompozycji z kwasem borowym. Okazało się, że najmniej korzystne cechy uzyskano dla olejów handlowych. Testy wskazały też, że przy pewnych wartościach nacisków jednostkowych dochodzi do przerywania granicznej warstewki smarowej, co w efekcie prowadzi do procesu zacierania. I ten stan szczególnie szybko osiągnięto w przypadku jednej propozycji handlowej. Dwa inne oleje handlowe wykazywały większą odporność na wymuszenia zewnętrzne jednak autorska propozycja środka smarnego wytrzymuje nawet bardzo duże naciski jednostkowe rzędu 60MPa, bez efektu zacierania. Kompozycja z dodatkiem kwasu borowego okazała się najskuteczniejszym środkiem smarnym, dla którego średnia wartość współczynnika tarcia wynosi 0,03. Dodatek kwasu borowego do oleju rzepakowego zmniejsza współczynnik tarcia około sześciokrotnie, w porównaniu do dobrej klasy olejów handlowych. Należy tu podkreślić, że pomimo pracy przy dużych wymuszeniach zewnętrznych propozycja oleju z kwasem borowym zachowuje stabilny graniczny film smarny nawet przy bardzo dużych naciskach jednostkowych. Jest to niezwykle ważne z punktu widzenia jakości przebiegu procesu technologicznego oraz jakości powierzchni obrabianych elementów. Zaletą tego rozwiązania, oprócz korzystnych charakterystyk tribologicznych jest fakt, iż wpisuje się to w strategię „zielonych smarów”, której celem jest ograniczenie lub całkowite wyeliminowanie produktów ropopochodnych z procesów technologicznych. Ponadto smary takie nie wymagają kosztownych technik utylizacji. Odnosząc się jeszcze do prezentowanych w pracy (Załącznik 6a) wyników badań

można mieć uwagę, że Habilitant chcąc dowieść efektywności warstewek granicznych, czy też tworzenia się wtórnych warstw reakcyjnych będących produktami reakcji podłoża metalicznego i składników kompozycji smarowej powinien wykonać obserwacje mikroskopowe powierzchni tarcia oraz analizę jej składu chemicznego oraz być może inne badania, np. strukturalne. Pozwoliło by to na sformułowanie i opis mechanizmów, które w rzeczywistości odpowiadają za uzyskane wyniki, a w efekcie za bardziej naukowe wyjaśnienie przyczyn stwierdzonych korzyści.

Innym ciekawym elementem, będącym wkładem Habilitanta w przedstawiony do oceny materiał, jest praca zamieszczona jako Załącznik 6b. W pracy poruszane są zagadnienia formowania rękojeści narzędzi chirurgicznych wytwarzanych z blach tytanowych. W sensie ogólnym można powiedzieć, że rękojeści takich narzędzi są wykonywane z różnych materiałów konstrukcyjnych, np. stali, tworzy sztucznych, aluminium, czy tytanu. Stąd sam fakt zastosowania tytanu w instrumentarium chirurgicznym nie jest nowością. Można też dodać, że Habilitant uzasadnia wybór tytanu na materiał rękojeści z powodu jego ciężaru właściwego. W tym miejscu można wspomnieć, że znacznie mniejszy ciężar właściwy mają tworzywa sztuczne, czy też kompozyty, a obciążenia mechaniczne tych konstrukcji i wynikające z tego naprężenia w większości przypadków są znacznie mniejsze niż wartości charakterystycznych cech wytrzymałościowych dla tych materiałów. Inaczej mówiąc nie ma sensu projektować czegoś co znacznie przewyższa potrzeby, bo jakość kosztuje. Natomiast niewątpliwie z uwagi, np. na proces sterylizacji narzędzi chirurgicznych zastosowanie tworzyw sztucznych nie zawsze jest korzystne. Można dodać, że chętnie wykorzystywane tworzywa termoplastyczne nie są odporne np. na sterylizację parową, którą się prowadzi w temperaturze 134 i 121°C, co często jest powyżej temperatury zeszklenia, czy mięknięcia materiału (pomijając tworzywa z grupy HT). Niszcząca również, dla tych materiałów, jest sterylizacja radiacyjna. Fakt ten sprawia, że proces sterylizacji narzędzi chirurgicznych (w tym elementów z tworzyw sztucznych) narzuca pewne ograniczenia. Znacznie prościej jest w przypadku materiałów metalicznych. W przypadku tych materiałów niestety występuje jeden główny problem – podatność do korozji, przy czym tytan, a szczególnie jego stopy są odporne na korozję i to jest jedną z najważniejszych zalet tych materiałów obok oczywiście ich ogólnie znanej biotolerancji, biokompatybilności czy też biogodności oraz powszechnej akceptacji w bioinżynierii. Można też dodać, że odlewane stopy tytanu typu, np. Ti6Al4V są chętnie wykorzystywane jako elementy endoprotez czy implantów podskórnych i jest to zagadnienie dokonane, to jednak zagadnienia obróbki plastycznej blach tytanowych stanowią

do dzisiaj istotny obszar badawczy ośrodków naukowych w kraju i za granicą. Podkreśla to istotę podjętej tematyki przez Habilitanta. Prace z zakresu formowania na zimno tytanu i jego stopów, zwłaszcza obróbki plastycznej blach, są materiałami niemal unikalnymi. W literaturze brak jest szczegółowych informacji na temat parametrów procesu formowania na zimno blach tytanowych. Stąd wyraża się przekonanie, że opracowana przez Habilitanta technika kształtowania blach tytanowych dla potrzeb wytwarzania rękojeści narzędzi chirurgicznych jest istotnym wkładem w dziedzinę nauki inżynieria biomedyczna. Ponadto wykonano szeroki eksperyment symulacyjny, który umożliwił tworzenia złożonych kombinacji procesu technologicznego i ułatwił poszukiwania rzeczywistych warunków procesu oraz geometrii narzędzi, co potwierdzono w testach technologicznych. Należy też dodać, że technologiczne kształtowanie blach tytanowych wspomagane było opisywaną wcześniej kompozycją olejową na bazie oleju rzepakowego z dodatkiem kwasu borowego. Można nawet pokusić się o stwierdzenie, że zastosowanie kwasu borowego w operacji kształtowania blachy tytanowej umożliwiło uzyskanie jakościowych wyrobów (bez skaz powierzchniowych). Jakość zaprojektowanej kompozycji smarowej ostatecznie potwierdzono w pracy oznaczonej jako Załącznik 6c. Oczywiście uzyskano tam też wiele kontrowersyjnych wyników jednak ostatecznie potwierdzono jakość swojej kompozycji smarowej. Szczególnie ciekawym wskazaniem jest wykorzystanie kwasu borowego jako alternatywę dla grafitu czy dwusiarczku molibdenu. Zwrócono uwagę na jakość powierzchni tarcia po procesach ciągnięcia z udziałem zaprojektowanej kompozycji oraz olejów handlowych i okazało się, że najmniejsze „zniszczenia” powierzchni występują podczas smarowania autorską kompozycją smarową. Dokonano też wspomnianej wcześniej analizy mikroskopowej połączonej z wnioskowaniem o mechanizmach przyczynowo-skutkowych zaobserwowanych zjawisk.

Pomimo wymienionych na wstępie uwag o charakterze dyskusyjnym uważam, że przedstawiona do oceny monografia wraz z powiązаныmi artykułami może być podstawą do stwierdzenia, że Habilitant wniósł znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna. Wyraźnie można wskazać, że szczególnie załączone prace (Załącznik 6a, 6b i 6c) i prezentowane w nich badania mają charakter ukierunkowany na wyjaśnienie mechanizmów obserwowanych zjawisk, co istotnie się przyczynia do świadomego projektowania innowacyjnych materiałów na potrzeby bioinżynierii. Dlatego też prace te należy uznać za istotne i wnoszące niewątpliwy wkład w *dyscyplinę inżynieria biomedyczna*.

3. Ocena dorobku naukowego i aktywności naukowej

Działalność naukowa

Przedstawiona do oceny monografia (w swojej praktyczno-technologicznej części) oraz skorelowane z nią publikacje naukowe stanowią bardzo spójne tematycznie osiągnięcie naukowe, opisujące zagadnienia w tematyce technologii kształtowania tytanowych części chwytowych narzędzi chirurgicznych z wykorzystaniem innowacyjnej metody nanoszenia smaru technologicznego (olej rzepakowy + kwas borowy) na blachę przed operacją tłoczenia. W sposobie prezentacji materiału badawczo-technologicznego, który przedstawia Habilitant można z łatwością dopatrzeć się głównej logiki tematycznej.

Oceniając przedłożony do oceny dorobek dotyczący aktywności naukowej, niewymieniony w części zasadniczej autoreferatu, należy zwrócić uwagę na kilka istotnych aspektów. Po pierwsze, dorobek naukowy przed uzyskaniem tytułu doktora jest niewspółmiernie mniejszy (współautorstwo 1 monografii oraz współautorstwo 3 artykułów naukowych), w porównaniu do osiągnięć po doktoracie (autorstwo 1 monografii i współautorstwo 18 publikacji), więc nie ma on zasadniczego wpływu na ocenę aktywności naukowej Habilitanta.

Habilitant w swoim dorobku posiada 1 monografię naukową oraz współautorstwo 18 publikacji z czego 15 z listy JCR. Natomiast nie był członkiem w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism. Nie był też recenzentem prac naukowych w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Nie wykonywał też żadnych ekspertyz czy innych opracowań wykonanych zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.

Od początku swojej pracy zawodowej (firma CHIRMED), Habilitant ściśle współpracował z otoczeniem naukowym. W latach 2000 do 2017 uczestniczył w kilkudziesięciu konferencjach krajowych i zagranicznych, co pozwoliło mu znacznie poszerzyć wiedzę w zakresie technicznym, jak i zarządzania przedsiębiorstwem. Dzięki ścisłej współpracy z pracownikami naukowymi ośrodków badawczo-rozwojowych, lekarzami oraz innymi producentami wdrożył do produkcji kilkadziesiąt nowych rozwiązań narzędzi medycznych. W 2002 roku nawiązał ścisłą współpracę naukową z Politechniką Częstochowską, która obejmowała zagadnienia eksploatacji obiektów technicznych, maszyn i urządzeń, co przedstawiono w publikacjach naukowych oraz prezentowano na konferencjach (przed uzyskaniem stopnia doktora). Od roku 2013 rozszerzył swoją działalność naukowo-

badawczą o krajowe i międzynarodowe projekty. Jednym z ważniejszych projektów, w których brał udział był projekt dotyczący rozwoju technologii zgrzewania tarcowego z mieszaniem materiału. Projekt „Zaawansowane techniki wytwarzania elementów struktury płatowca przy wykorzystaniu innowacyjnej technologii FSW” (INNOLOT/I/4/NCBR/2013) był realizowany w latach 2013-2017 w ramach Programu INNOLOT, we współpracy z Polskimi Zakładami Lotniczymi Sp. z o.o. w Mielcu, firmą PPHU BRYK Witold Bryk oraz partnerem naukowym - Politechniką Częstochowską. Rolą zespołu, którym kierował w projekcie była współpraca w zakresie projektowania narzędzi do liniowego (FSW) i punktowego (RFSSW) zgrzewania tarcowego z mieszaniem materiału, ich wykonanie oraz przeprowadzenie prób zgrzewania z wykorzystaniem tych narzędzi, jak również analiza uzyskanych wyników. W ramach projektu, przy znaczącym jego udziale, opracowana została technologia zgrzewania FSW i RFSSW cienkich (poniżej 1 mm) blach aluminiowych na poziomie TRL 6. Przy pomocy tych technologii został wykonany demonstrator w postaci panelu centralnego samolotu M-28. Obecnie technologia jest stosowana w produkcji komponentów wytwarzanych w PZL Mielec. Wyniki badań w zakresie kształtowania blach tytanowych, realizowanych wówczas we współpracy z zespołem badawczym Politechniki Częstochowskiej, Habilitant wykorzystuje obecnie w produkcji tytanowych narzędzi medycznych. Był również współautorem jednego rozdziału w monografii: „Zarządzanie BHP – czynniki oddziaływania na stanowisko i środowisko pracy” – red. T. Nitkiewicz, - W. Jędrzejczyk, Wydawnictwo Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, 2015, zatytułowanego: „Bezpieczeństwo użytkowania substancji chemicznych w procesie czyszczenia metali”. Wyniki prowadzonych badań i analiz z tego okresu prezentował na konferencjach o charakterze krajowym i międzynarodowym, co pomogło mu w rozwoju naukowym i doprowadziło w grudniu 2016 roku do obrony pracy doktorskiej na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie: Budowa i eksploatacja maszyn otrzymał 11 stycznia 2017 roku. Praca doktorska pt.: „Plastyczne kształtowanie tytanowych paneli cienkościennych z przetłoczeniami usztywniającymi” została zrealizowana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Janiny Adamus. Promotorem pomocniczym była dr inż. Julita Winowiecka.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant skupiał się przede wszystkim na działalności technologicznej, która przyczyniła się do uzyskania kilku projektów badawczych. Tematykę tych działań można w skrócie opisać jako:

- a) praca nad nowatorskimi materiałami kompozytowymi mającymi kontakt z krwią do przeprojektowania elastycznych mechanicznych zastawek serca VAD,
- b) praca w kierunku optymalizacji antybakteryjnej wysoko odkształczanych stopów tytanu na implanty kręgosłupa i narzędzia chirurgiczne,
- c) praca w kierunku modyfikacji powierzchni implantów w celu ochrony przed infekcjami bakteryjnymi,
- d) praca w obszarze opracowania biomimetycznych stawów palców, opartych na nieścieralnych materiałach bez tendencji do kostnienia,
- e) projektowanie i wytwarzanie nowych powłok na bazie miedzi o podwyższonych właściwościach użytkowych,
- f) zaawansowane metamateriały dedykowane do operacji sercowo-naczyniowych.

Podsumowanie działalności naukowo-badawczej po uzyskaniu stopnia doktora:

Uczestnictwo w:

- 5 projektach międzynarodowych: 4 projekty - kierownik z ramienia konsorcjanta, 1 projekt kierownik zespołu badawczego Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie
- 1 projekcie międzynarodowym (wniosek złożony w fazie weryfikacji) – kierownik z ramienia konsorcjanta.

Autor 1 monografii oraz współautor 1 monografii. Współautorem 18 publikacji, w tym 15 w bazie Journal Citation Reports (IF) z sumaryczną liczbą punktów MNiSW – 1558. Sumaryczny Impact Factor - 43,516. Członkiem 6 organizacji naukowych. Uczestnik na 7 konferencjach naukowych oraz 11 międzynarodowych programach propagujących naukę i przemysł. Aktualna liczba cytowań publikacji oraz index Hirsha wg bazy: Scopus – 50, bez autocytoowań 42, index Hirsha – h=4, Web of Science – 28, bez autocytoowań 24, index Hirsha – h=3.

Wykaz artykułów w czasopismach naukowych

Z analizy dorobku naukowego dotyczącego publikacji naukowych, wydanych po uzyskaniu stopnia doktora, w czasopismach znajdujących się w bazie JCR wynika, że Habilitant jest współautorem w 15 artykułach, oraz w innych 3 pracach spoza bazy JCR. Jest to niewątpliwie znaczące uzupełnienie głównego dorobku prezentowanego w autoreferacie. Wszystkie prace są współautorskie, ze średnią liczbą współautorów 6 (od 3 do 13 autorów).

Brak jest prac, gdzie Habilitant byłby jedynym autorem, natomiast pierwszym autorem habilitant jest jedynie w jednej pracy.

Niektóre z prezentowanych prac są dopełnieniem informacji przedstawionych w autoreferacie.

Udział w konferencjach naukowych

Habilitant po doktoracie brał udział w 18 wystąpieniach na krajowych lub międzynarodowych konferencjach i targach, w tym 17 zagranicznych i 1 krajowej z czego 17 o zasięgu międzynarodowym.

Uczestnictwo w projektach badawczych

Habilitant, po uzyskaniu stopnia doktora, kilkakrotnie uczestniczył w projektach finansowanych w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych. Łącznie uczestniczył w 3 projektach. W każdym z nich pełnił funkcję kierownika z ramienia konsorcjanta. Ponadto dwa projekty są obecnie w trakcie realizacji, gdzie Habilitant również pełni rolę kierownika z ramienia konsorcjanta. Należy też dodać, że obecnie Habilitant jest członkiem zespołu ubiegającego się o dwa projekty oczekujące na ocenę. Projekty, w których uczestniczył lub uczestniczy Habilitant były/są finansowane przez NCBiR. Ponadto w dorobku Habilitanta znajduje się 6 opracowań technologicznych z zakresu inżynierii materiałowej i bioinżynierii. Ten aspekt działalności Habilitanta należy ocenić pozytywnie.

Informacja o recenzowanych pracach naukowych

Brak

Uczestnictwo w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych

Choć Habilitant w odniesieniu do uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych (Wykaz osiągnięć naukowych, pkt. 14) wymienił 11 pozycji, to są to raczej konferencje międzynarodowe lub kilkudniowe fora naukowe, lecz nie są to programy europejskie czy międzynarodowe. Fakt, że organizacja tych imprez mogła być wynikiem realizacji programów europejskich lub międzynarodowych, lecz nie ma na ten temat informacji potwierdzających.

4. Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym

W tym punkcie można odnotować istotne zaangażowanie Habilitanta w ramach współpracy z sektorem gospodarczym. W okresie przed i po doktoracie Habilitant współdziałał z wieloma firmami, w szczególności z branży obróbki metali, w tym również dla potrzeb medycyny i bioinżynierii. Jako najważniejsze można wymienić: PZL Mielec, Aplanalp, Berger Grup Niemcy, SLC Polska, KGHM- Walcownia Metali Nieżelaznych „Łabędy” S.A., oraz z ponad 100 firmami zagranicznymi w zakresie produkcji narzędzi medycznych w tym chirurgicznych. Współpraca ta zaowocowała realizacją prac badawczo-rozwojowych w ramach projektów krajowych i międzynarodowych, takich jak np.:

- INNOLOT/I/4/NCBR/2013 - Prace badawczo-rozwojowe w zakresie innowacyjnych połączeń blach aluminiowych metodą FSW w ramach, których opracowano narzędzie oraz oprzyrządowanie umożliwiające dobór parametrów technicznych procesu. Prace B+R związane były z przygotowaniem do wdrożenia technologii FSW do poszyc helikopterów przez partnera PZL Mielec. Prace prowadzone były przy współpracy z Politechniką Częstochowską, PZL Mielec, firmą Bryk oraz Fabryką Narzędzi Medycznych Chirmed,
- M-ERA.NET nr grantu: DZP/M-ERA.NET-2014/291/2015 - Prace badawczo-rozwojowe z zakresie nowej generacji zastawki serca wraz z pokryciem kompozytem metalowo-polimerowym z adoptowalną elastycznością w skali mikro i makro. Prace B+R przeprowadzane były wspólnie z Instytutem Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN w Krakowie oraz Fundacją Rozwoju Kardiochirurgii w Zabrze w ramach projektu bioVALVE(2016-2018),
- M-ERA.NET nr grantu: M-ERA.NET/2015/02/02/2016 - Prace badawczo-rozwojowe w zakresie pokryć antybakteryjnych wysoko odkształconych stopów tytanu na implanty chirurgiczne oraz narzędzia medyczne. Prace B+R prowadzone były wspólnie z Instytutem Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN w Krakowie oraz Instytutem Spawalnictwa w Gliwicach w ramach projektu SPD – BioTribo (2017-2019),
- M-Era.Net 2020 Call, nr grantu: M-ERA.NET2/2020/4/2021 - Prace badawczo-rozwojowe prowadzone w ramach doskonalenia produkcji narzędzi medycznych, pokryć utwardzających powierzchnie, barwienia tytanu, złączenia uchwytów narzędzi, powłok na bazie miedzi (AntipathCoat),

- M-Era.Net 2 2019 Call, nr grantu M-ERA.NET2/2019/7/2020 - Prace badawczo-rozwojowe prowadzone w zakresie implantów palców, dla trwałej odbudowy funkcjonalnej po amputacji (2021-2023).

Jego praca zaowocowała przygotowaniem, jako współautor, jednego patentu:

- Dental drill adapter (adapter do wiertel stomatologicznych) patent nr Pat.236960 z dn. 05.11.2020, współautor (10%). Przedmiotem wynalazku jest adapter wiertła stomatologicznego do wykonywania kontrolowanych wierceń w kości wyrostka zębodołowego lub bocznej ścianie zatoki szczękowej. Celem użycia adaptera jest bezpieczne podnoszenie dna zatoki szczękowej. Ponadto współpraca z przemysłem zaowocowała wdrożeniami takich rozwiązań jak:

- wdrożenie technologii automatyzacji procesów produkcyjnych - opracowanie zautomatyzowanej linii do szlifowania detali w firmie Chirmed,
- wdrożenie technologii automatyzacji procesów produkcyjnych - automatyzacja procesów frezowania w firmie Chirmed,
- wdrożenie innowacyjnych połączeń blach aluminiowych metodą FSW. Wdrożenie związane było z opracowaniem technologii, narzędzi do połączeń FSW dla partnera PZL Mielec w ramach projektu (INNOLOT/I/4/NCBR/2013,
- wdrożenie technologii lutowania detali ze stali nierdzewnej ze stopami srebra i miedzi w firmie Chirmed,
- wdrożenie technologii napawania elektroiskrowego powłok przeciwwuźyciowych na narzędzia chirurgiczne na bazie węgla wolframu (utwardzenie części roboczej narzędzia).

Ponadto w ramach współpracy z otoczeniem gospodarczym Habilitant był konsultantem (wsparcie naukowe) w projektach i zespołach:

- udział w Grupie Tematycznej Klastra Life Science Kraków (SIG), Inteligentna Specjalizacja Nauki o Życiu Województwa Małopolskiego, Specjalizacja Produkty lecznicze i wyroby medyczne – członek panelu ekspertów,
- zaprojektuj swoją przyszłość – studia dualne na kierunku Innowacyjne Technologie i Nowoczesne Materiały w Uniwersytecie Jana Długosza w Częstochowie – członek panelu ekspertów,
- Członek Rady Dziekańskiej Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej jako przedstawiciel otoczenia społeczno-gospodarczego od 17.02.2023,
- Process and Energy System Engineering Advances in Modeling and Technology członek panelu ekspertów od 2023,

- Przewodniczący Kierunkowego Zespołu ds. jakości kształcenia dla kierunku Inżynieria Medyczna na Uniwersytecie Dana Długosza w Częstochowie od 1.03.2023.

Habilitant pomimo swojego bogatego zaangażowania we współpracę z przemysłem nie wykonywał ekspertyz lub tego typu opracowań na zamówienie instytucji publicznych.

5. Odbite staże naukowe

Dr inż. Marcin Dyrner, w okresie od 1.07.2020 do 1.10.2020 odbył staż naukowy w firmie NOUVAG w Goldach – Szwajcaria. Tematem stażu było projektowanie oraz produkcja medycznych komponentów do mikrochirurgii. W okresie od 1.03.2023 do 30.04.2023 odbył staż naukowy w Katedrze Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej.

6. Informacje naukometryczne

Efektom działalności naukowo-badawczej Habilitanta jest ogólna liczba (przed i po doktoracie) 21 publikacji naukowych (stan na 12.06.2023 r.) w czasopiśmie krajowych i zagranicznych, z czego 18 po uzyskaniu stopnia doktora – w tym 15 z listy JCR oraz liczne wystąpienia i prezentacje wyników badań na konferencjach krajowych i zagranicznych oraz targach (razem 18).

Podstawowe dane naukometryczne:

1. Informacja o punktacji Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny).

Sumaryczny IF: **45,523**

Sumaryczny 5-cio letni IF: **41,516**

2. Informacja o liczbie cytowań publikacji, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań.

Liczba cytowań – **28** (wg Web of Science),

Liczba cytowań bez autocytowań -**24** (wg Web of Science),

Liczba cytowań - **50** (wg bazy Scopus),

Liczba cytowań bez autocytowań - **42**(wg bazy Scopus).

3. Informacja o posiadanym indeksie Hirscha.

Indeks H- **3** (wg Web of Science),

Indeks H - 4 (wg bazy Scopus).

4. Informacja o liczbie punktów MNiSW.

Sumaryczny MNiSW – punktów **1558**,

W latach 2019-2023 – punktów **1440** (po uzyskaniu stopnia doktora),

W latach 2016-2018 – punktów **118**.

Podsumowując, można stwierdzić, że całokształt dorobku naukowego Habilitanta spełnia wymogi ustawowych, do starania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

7. Działalność dydaktyczna i organizacyjna oraz popularyzująca naukę

Dr inż. Marcin Dyner w ramach działalności dydaktycznej prowadził zajęcia (wykłady i zajęcia projektowe) na 2 kierunkach: **Innowacyjne technologie i nowoczesne materiały** oraz **Inżynieria Bezpieczeństwa**. Obecnie jest współtwórcą kierunku **Inżynieria Medyczna** na Uniwersytecie Jana Długosza w Częstochowie. Był odpowiedzialny za opracowanie treści programowych, sylabusów i materiałów dydaktycznych.

W jego działalność organizacyjną można wliczyć współpracę ze szkołami ponadpodstawowymi oraz technicznymi ponadpodstawowymi w zakresie organizacji zajęć fakultatywnych w Fabryce Narzędzi Medycznych CHIRMED.

Ponadto podczas swojej pracy zawodowej wyróżnił się aktywnością jako:

- Członek Rady Dziekańskiej Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej od 17.02.2023,
- Członek panelu ekspertów na kierunku Innowacyjne Technologie i Nowoczesne Materiały na Uniwersytecie Jana Długosza w Częstochowie,
- Przewodniczący Kierunkowego Zespołu ds. jakości kształcenia dla kierunku Inżynieria Medyczna na Uniwersytecie Jana Długosza w Częstochowie.

Habilitant jest również laureatem Nagrody Prezydenta Miasta Częstochowy - Promotor Częstochowskiej Gospodarki w zakresie współpracy sektora gospodarczego z uczelniami 2023 – nominacja z ramienia Uniwersytetu Jana Długosza w Częstochowie.

W podsumowaniu stwierdzam, że dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski Habilitanta należy ocenić pozytywnie, również w kontekście wymogów ustawowych.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Analiza przedstawionego do opinii autoreferatu opracowanego na podstawie autorskiej monografii, pt. „**Wybrane zagadnienia kształtowania narzędzi chirurgicznych**”, oraz ogólnej działalności zawodowej, wskazuje na zgromadzony wartościowy dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny Habilitanta, wnoszący istotny wkład w dyscyplinę inżynieria biomedyczna. Ilościowe wskaźniki dorobku naukowego dr inż. Marcina Dynera należy uznać za spełniające formalne kryteria stawiane tego rodzaju rozprawom habilitacyjnym.

Odnosząc się do kryteriów stanowiących o wkładzie Autora w rozwój określonej dziedziny należy również wymienić pewne braki w prezentowanej dokumentacji dotyczącej jego osiągnięć, w zakresie:

- recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopiśmie międzynarodowych (brak),
- udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych (brak),
- udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9. (brak),
- wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców (brak).

Zważywszy jednak na bardzo wyraźny wzrost aktywności naukowej Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora, można oczekiwać szybkiego uzupełnienia wskazanych powyżej braków. Należy również oczekiwać większej aktywności w zakresie samodzielności naukowej Habilitanta.

Mając na uwadze co powyżej, stwierdzam że dr inż. Marcin Dyner spełnia w wystarczającym stopniu wymagania określone w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2020 poz. 85, 374, 695, 875, 1086, Dz. U. 2021 poz. 159), stawiane ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego nauk technicznych w zakresie inżynierii biomedycznej i wnioskuję do *Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna, Politechniki Śląskiej w Zabrzu*, o dopuszczenie dr inż. Marcina Dynera do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

MAREK JABRZYŃCOWSKI