

Recenzja osiągnięć dr inż. Pawła Kwaśniewskiego w związku z przewodem habilitacyjnym
toczącym się na Wydziale Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej

1. Podstawy opracowania recenzji

Formalną podstawą opracowania niniejszej recenzji jest pismo z dnia 30.05.2016, które w imieniu Pani Dziekan prof. Marii Richert wystosował sekretarz komisji prof. Stanisław Pietrzyk.

Postawę prawną recenzji stanowią:

- Ustawa o stopniach i tytułach naukowych z dnia 14 marca 2003
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r.
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków prowadzenia czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora.

Merytoryczną podstawę stanowi załączona do w/w pisma dokumentacja dorobku Habilitanta wraz z egzemplarzem monografii pt. „Nośno-przewodzący osprzęt górnej kolejowej sieci trakcyjnej. Materiały - konstrukcje - technologie wytwarzania”.

2. Ogólna charakterystyka sylwetki Habilitanta

Urodził się 13 lutego 1979 r w Krakowie. W latach 1994-1999 uczęszczał do Technikum Elektronicznego w Bieruniu Nowym o kierunku elektronika i specjalności elektronika ogólna. W roku 2004 ukończył studia na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, uzyskując tytuł magistra inżyniera metalurga o specjalności przeróbka plastyczna na podstawie pracy magisterskiej pt: „Badania porównawcze odporności cieplnej przewodów jezdnych wykonanych z miedzi elektrolitycznej w gat.ETP i z miedzi srebrowej w gat.CuAg0,1”. Już od trzeciego roku studiów, będąc członkiem koła naukowego kierowanego przez Pana Profesora Tadeusza Knycha prowadził badania własności użytkowych przewodów jezdnych ze stopów CuAg0,10. Badania te były podstawą wystąpienia na XLI Sesji Kół Naukowych, czego efektem było zdobycie I nagrody Sekcji Technologii Metalurgicznych AGH. Kontynuacją studiów magisterskich było podjęcie przez Habilitanta studiów doktoranckich na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH, promotorem pracy doktorskiej był Pan Profesor Tadeusz Knych. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w roku 2009 broniąc pracę pt:” Badania relaksacji naprężeń w materiałach metalicznych

o zróżnicowanych cechach reologicznych”. Praca ta dotyczyła istotnego aspektu naukowego związanego z opisem fenomenologicznym procesu relaksacji naprężeń stopów metalicznych, w szczególności procesu relaksacji naprężeń materiałów o jednorodnych cechach reologicznych i w układach o zróżnicowanych cechach reologicznych zbudowanych z tych materiałów. W ramach rozważań prowadził on analizy na temat reologicznego zachowania się układów zbudowanych z różnych materiałów, w efekcie czego opracował model relaksacji naprężeń układów o zróżnicowanych cechach lepko-sprężystych. Model ten został poddany weryfikacji w oparciu o eksperymentalne charakterystyki relaksacji materiałów o jednorodnych i zróżnicowanych cechach reologicznych. Opracowane i doświadczalnie zweryfikowane w ramach pracy doktorskiej zależności umożliwiają modelowanie i przewidywanie procesu relaksacji naprężeń układów zbudowanych z różnych materiałów. W ramach prowadzonej działalności naukowo-badawczej już na studiach doktoranckich Habilitant prowadził szeroko zakrojone badania aplikacyjne, głównie w dziedzinie elektroenergetyki, uczestnicząc w realizacji różnego typu projektów o charakterze aplikacyjnym.

W roku 2007 został zatrudniony na Wydziale Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej na stanowisku asystenta. Po uzyskaniu stopnia doktora został zatrudniony od roku 2011 na stanowisku adiunkta. Prowadzi zajęcia dydaktyczne głównie na kierunkach: metalurgia, zarządzanie i inżynieria produkcji, zarówno z przedmiotów podstawowych jak i zawodowych związanych z problematyką eksploatacji systemów elektroenergetycznych. Zajęcia były realizowane w formie ćwiczeń laboratoryjnych, wykładów oraz zajęć projektowych.

3. Charakterystyka i ocena monografii w aspekcie oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego i technologicznego

Monografia pt: „Nośno-przewodzący osprzęt górnej kolejowej sieci trakcyjnej Materiały - konstrukcje - technologie wytwarzania” została wydana w roku 2016 przez Wydawnictwo Wzorek z Krakowa. Zawiera ona 255 stron, 190 adekwatnie dobranych i aktualnych pozycji literaturowych. Składa się z 13 rozdziałów. Dotyczy ona w głównej mierze problematyki opracowania przemysłowej technologii wytwarzania nośno-przewodzącego osprzętu przeznaczonego do zastosowań w górnej sieci trakcyjnej o wysokiej obciążalności mechaniczno-prądowej, jak również do sieci standardowych, jako zamiennik osprzętu dotychczas stosowanego. Jak stwierdza autor, jednym z głównych ogniw górnej sieci trakcyjnej odpowiedzialnych za prawidłową jej pracę jest **osprzęt nośno-przewodzący**, którego nadrzędnym zadaniem jest przekazywanie przez zestaw lin oraz przewód jezdny energii do pojazdu trakcyjnego. Osprzęt ten to uchwyty, zaciski i złączki wykorzystywane do łączenia ze sobą przewodów jezdnych z olinowaniem. Jak wynika z wnikliwej analizy przeprowadzonej przez autora

stosowany w Polsce od początku elektryfikacji kolei tradycyjny osprzęt produkowany jest ze stopów BA1032 lub BK331 metodami odlewniczymi, przez co posiada niskie właściwości użytkowe oraz wady konstrukcyjne, z tego powodu nie może być stosowany do budowy szlaków kolejowych o prędkościach przejazdowych powyżej 200 km/h. Wobec braku na rynku sprawdzonych rozwiązań osprzętu dedykowanych do sieci o wysokiej obciążalności mechaniczno-prądowej, autor podjął się bardzo trudnego zadania opracowania i wdrożenia do produkcji nowego osprzętu przeznaczonego do krajowego systemu zasilania opartego na napięciu stałym 3 kV. Zadanie to było odpowiedzialne i skomplikowane ze względu na złożoność zagadnień i konieczność podjęcia badań związanych z mechaniką pracy układów połączeń kolejowej górnej sieci trakcyjnej, inżynierią materiałową metali, pracami projektowymi i modelowaniem MES, jak również technologiami produkcyjnymi i badaniami wyrobów końcowych w warunkach laboratoryjnych i poligonowych, których efektem było dopuszczenie do stosowania nowo opracowanego osprzętu trakcyjnego. W mojej ocenie tak postawione zagadnienie wymagało od Habilitanta umiejętności łączenia wiedzy z różnych obszarów nauki a także dużej wiedzy praktycznej z obszaru inżynierii materiałowej oraz technologii produkcyjnych.

Autor na etapie prac wstępnych określił zbiór wymagań oraz przeprowadził szczegółową analizę warunków pracy układów połączeń osprzęt - elementy przewodzące jak również poddał dyskusji światowe rozwiązania geometryczne i materiałowe osprzętu pracującego aktualnie w górnej kolejowej sieci trakcyjnej. Analiza i badania własne osprzętu dotychczas stosowanego w Polsce, produkowanego ze stopów odlewniczych BA1032 oraz BK331 wykazały, że posiada on bardzo niską konduktywność kształtującą się na poziomie 3,5-4,2 MS/m jak również niskie własności mechaniczne. Aktualne rozwiązania zagraniczne dedykowane do sieci na prąd przemienny często implementowane wprost do systemu na prąd stały nie są dobrym rozwiązaniem w punkcie widzenia pracy tego typu układów. **Jak podkreśla autor to właśnie te powody oraz postęp w obszarze szybkości i komfortu jazdy pociągu były powodem podjęcia prac nad opracowaniem nowego wysokiej jakości osprzętu.** Efektem prac wstępnych było określenie szczegółowych wymagań dla nowych projektowanych rozwiązań związanych z rezystancją przejścia układów połączeń, siłą wyslizgu elementów przewodzących oraz sformułowanie pozostałych ogólnych wymagań pod kątem własności mechaniczno-elektrycznych osprzętu, odporności cieplnej, reologicznej i masy w stosunku do dotychczas stosowanych rozwiązań.

Habilitant dokonał wyboru nowego materiału na osprzęt. Przeprowadzone analizy literaturowe, a później badania doświadczalne ukierunkowane zostały na stopy o średniej wytrzymałości mechanicznej (wytrzymałości na rozciąganie 500-800 MPa, konduktywność 20-50 MS/m). W obrębie poddanych analizie materiałów znalazły się m.in. stopy z grupy Cu-Zr, Cu-Cr-Zr, Cu-Ni oraz Cu-Ni-Si. Szczegółowa analiza ich własności użytkowych i technologicznych pozwoliła na wytypowanie głównej grupy stopów, tj. Cu-Ni-Si, która zawiera trzy gatunki CuNi1Si, CuNi2Si oraz CuNi3Si, różniące się zawartością niklu 1-4,5% wag. oraz krzemu 0,4-1,3% wag. Przeprowadzone

rozpoznanie literaturowe oraz własne badania własności użytkowych analizowanych gatunków z punktu widzenia własności mechanicznych, elektrycznych, reologicznych, odporności cieplnej i korozyjnej pozwoliły Habilitantowi dokonać wyboru jednego stopu na osprzęt, a mianowicie stopu CuNi2Si, którego własności można kształtować na drodze utwardzania wydzieleniowego. Doświadczalnie określone własności stopu CuNi2Si (wytrzymałość na rozciąganie – 620 MPa, umowna granica plastyczności – 500 MPa, wydłużenie A_{50} – 5,4%, twardość Rockwella – 86 HRB, przewodność – 25 MS/m) umożliwiły na przejście do fazy projektowania kształtów nowych elementów.

Habilitant zbudował za pomocą metody elementów skończonych MES model procesu zaciskania osprzętu. Zagadnienie strukturalnego lub strukturalno-elektromagnetycznego modelowania MES osprzętu nośnego w aspekcie poszukiwania najkorzystniejszej geometrii w mojej opinii mogło by spełnić wymogi oddzielnej pracy habilitacyjnej, co podkreśla dodatkowo wartość przedstawionej monografii. Symulacje numeryczne przeprowadzono w programie Ansys. Model wirtualny został zbudowany za pomocą elementów typu solid 3-D czworościennych (tetrahedral) Tet10 oraz elementów sześciściennych (hexahedron) Hex20. Elementy te w sposób właściwy umożliwiają odzwierciedlanie geometrii osprzętu. W niektórych podobszarach autor zastosował elementy typu graniastosłupy trójkątne Wed15. Zagadnienia kontaktu zostały zamodelowane za pomocą elementów w zależności od miejsca oraz interakcji poszczególnych elementów. W modelu wprowadzono rzeczywiste wartości obciążeń występujących w sieci trakcyjnej. Wyznaczono je doświadczalnie poprzez pomiar wartości sił wywołanych momentem dokręcającym śrub mocujących osprzęt za pomocą specjalnie do tego celu zbudowanego stanowiska doświadczalnego. Wartości tych sił zawierały się między 10 a 15 kN w zależności od wielkości śruby mocującej uchwyt.

Parametry materiałowe poszczególnych części modelu, takich jak szczęki uchwytów oraz śruby i podkładki przyjęto jako ogólnie dostępne dane literaturowe. Natomiast dla przewodów jezdnyc i lin przyjęto wartości granicy plastyczności $Re=2000$ MPa a modułu Younga $E=1000000$ GPa. Najprawdopodobniej przyjęcie takich wartości przez autora było spowodowane wybraniem modelu sztywno-plastycznego związków fizycznych, czego jednak autor nie wyjaśnił. Stwierdza on dalej, że liczba elementów skończonych jest związana z wiarygodnością obliczeń, w takiej zależności, że im większy jest badany obiekt tym większa powinna być liczba elementów. Jest to jednak uproszczenie złożonego zagadnienia zbieżności i dokładności rozwiązania numerycznego. Na rys. 7.10. przedstawiono sposób obciążenia modelu. Przyjęto również założenie upraszczające model liny nośnej jako odpowiednio dobranego pręta rys.7.11. Celem przeprowadzonych symulacji numerycznych było wyznaczenie wyężenia materiału osprzętu oraz odpowiedzi na pytanie, czy nie dochodzi do odkształceń plastycznych w wyniku dokręcania śrub stosownym momentem. Wyniki obliczeń numerycznym autor przedstawił w postaci szeregu kolorowych map naprężeń zredukowanych wyznaczonych w oparciu o hipotezę energetyczną Hubera-Misesa-Hencky'ego. Autor monografii pisze na stronie 120 o naprężeniach zredukowanych Misesa a pierwszy, który sformułował hipotezę na podstawie której wyznacza się wartości wyężenia materiału (SEQV) był prof. Maksymilian Tytus Huber w roku 1903.

Otrzymane wartości naprężenia zredukowanego dla uchwytu do połączeń równoległych liny z przewodem jezdny L120-Djp150 zawierają się w przedziale od 143 do 233 MPa na powierzchniach wewnętrznych szczęki uchwytu i 163 MPa na powierzchniach zewnętrznych. Autor dalej zwraca uwagę na fakt, że występujące największe wartości na skalach map naprężeń zredukowanych są „lokalnym zaburzeniem niedoskonałości dopasowania siatki do geometrii badanych elementów”. Te największe wartości naprężeń występują punktowo być może w miejscu odebrania stopni swobody i nie wpływają w istotny sposób na wartość naprężenia zredukowanego w miejscach prowadzonych analizach konstrukcyjnych uchwytu. Można mieć pewne zastrzeżenia co do czytelności poszczególnych map naprężeń. W dalszej prezentowanej analizie uchwytów L120, L150, L150-L95, L185-L120, L185-L120, L120-135 poziom naprężeń zredukowanych nie przekroczył 209MPa. W uchwytach L150—L35, L120-Djp150, L150-Djp150 poziom naprężeń wyniósł ok 235MPa. Jeszcze większe wartości naprężenia zredukowanego wystąpiły w uchwytach przegubowych ramion odciągowych, gdzie wyężenie zawierało się w przedziale 360-380MPa. Autor przeprowadził również symulacje numeryczne dla zwiększonych wartości sił docisku odpowiednio z 10 do 12,5kN oraz z 15kN do 20 kN. Spowodowało to zwiększenie wyężenia materiału do ok 400MPa. Analizując rys.7.19 można stwierdzić, że przyjęty zapewne automatycznie przez program zakres skali jest dość niezbyt fortunny, gdyż przekracza on znacznie realne wartości dla analizowanego materiału. Drobne uwagi dotyczące zagadnienia modelowania MES w niczym nie umniejszają wartości przeprowadzonych przez Habilitanta analiz w aspekcie osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego i technologicznego nowego osprzętu sieciowego.

Opracowane geometrie autor w kolejnym kroku realizacji przedsięwzięcia poddał szczegółowej analizie pod kątem procesu kucia, to jest pochyłeń kuźniczych oraz promieni zaokrągleń krawędzi, jak również wymogów procesu kucia głównie z punktu widzenia tolerancji wymiarowych, szczególnie istotnych w miejscach łączenia osprzętu z przewodem jezdny. W kolejnym etapie prac opracowana została technologia kucia matrycowego obejmująca trzy podstawowe operacje, to jest spłaszczanie wałków, kucie wstępne i wykańczające oraz procesy okrawania, dziurowania i kalibrowania. Na tej podstawie opracowane i wykonane zostały matryce do procesu kucia, okrojniki i narzędzia kalibrujące. Na etapie wstępnych prac technologicznych autor podzielił proces uzyskiwania osprzętu na dwie główne fazy: kształtowania geometrii wyrobu oraz odrębny proces utwardzania wydzieleniowego (przesycanie i starzenie sztuczne). Habilitant założył, że niezbędne będzie przesycanie odkuwek po kuciu w odrębnym procesie, a następnie ich starzenie sztuczne. Synteza opracowanych wstępnych parametrów technologicznych pozwoliła autorowi prac na stwierdzenie, że podczas procesu kucia następować będzie intensywne stygnięcie stopu CuNi2Si na matrycy prasy, co pozwoli po końcowym schłodzeniu w wodzie na przesycenie odkuwek i eliminację z technologii wytwarzania osprzętu dodatkowego procesu nagrzewania odkuwek. Przeprowadzone prace technologiczne kucia matrycowego w pozytywny sposób zweryfikowały założenia, że możliwe jest w jednym procesie kształtowanie

geometrii odkuwek i ich jednoczesne przesylenie. Kolejnym etapem prac były badania doboru parametrów starzenia sztucznego odkuwek, które prowadzono w zakresie temperatur 450-550°C w czasie do 26 godzin. Analiza uzyskanych charakterystyk pozwoliła na określenie parametrów starzenia sztucznego. Stwierdzono, że dla uzyskania założonych stabilnych własności osprzętu (twardość Rockwell'a- 90 HRB, przewodność elektryczna - 25 MS/m) należy je poddać procesowi starzenia w temperaturze 500°C w czasie 5 godzin. Na tej podstawie autor wykazał, że w procesie kucia matrycowego i chłodzenia bezpośrednio po kuciu następuje przesylenie stopu CuNi2Si, umożliwiające uzyskiwanie założonych wcześniej własności użytkowych osprzętu w procesie obróbki cieplnej. Przedstawione w pracy badania strukturalne wykazały, że osprzęt w swojej strukturze zawiera drobne dyspersyjne cząstki fazy δ -Ni₂Si umacniającej stop CuNi2Si. Dalsze badania wpływu temperatury kucia na własności odkuwek i ich podatność na sztuczne starzenie oraz optymalizacji geometrii wsadu do kucia umożliwiły określenie optymalnej temperatury kucia, tj. 900°C oraz obniżenie długości wsadu do wytwarzania osprzętu o 8-17% w stosunku do wartości początkowej. Wytworzony według zatwierdzonej technologii osprzęt poddany został w następnym kroku badaniom własności użytkowych w warunkach laboratoryjnych a później poligonowych. Przeprowadzone badania własności mechanicznych i elektrycznych wytworzonego asortymentu osprzętu, sił wyslizgu elementów przewodzących, rezystancji przejścia, nagrzewania i relaksacji sił docisku wykazały, że osprzęt ten cechuje się założonym zespołem własności użytkowych. Na tej podstawie stwierdzono, że spełnia on wymagania i dopuszczono go do badań poligonowych w rzeczywistej sieci trakcyjnej na linii Warszawa – Berlin. Był on kompleksowo testowany pod kątem współpracy sieci trakcyjnej z pantografem elektrovozu oraz poprawności funkcjonowania sieci. Przeprowadzone badania pozwoliły na uzyskanie dopuszczenia do stosowania go w sieciach trakcyjnych o wysokiej obciążalności mechaniczno-prądowej oraz jako zamiennik starych rozwiązań osprzętu. Po przetestowaniu technologii w warunkach produkcyjnych Habilitant podjął się złożonego zadania optymalizacji opracowanej technologii pod kątem kosztów wytwarzania. Przeprowadzona analiza możliwości doskonalenia opracowanej technologii wykazała, że istnieją dwa główne czynniki, które z zasadniczy sposób mogą korzystnie wpłynąć na cenę wyrobu w wyniku:

- możliwości obniżenia kosztów materiałowych poprzez zastąpienie drogich prętów wyciskanych dodatkowo sztucznie starzonymi prętami odlewanymi CuNi2Si,

- zmniejszenia kosztów kucia matrycowego przez przejście na proces kucia jednooperacyjnego.

Ze względu na brak na rynku metali odlewanych prętów CuNi2Si Beneficjent prac, tj. Firma Kuca sp. z o.o. zdecydował się na uruchomienie własnej produkcji takich prętów. Wymagało to jednak przeprowadzenia badań laboratoryjnych i doświadczalnej weryfikacji możliwości uzyskiwania prętów CuNi2Si metodą odlewania ciągłego, opracowania parametrów technologii odlewania a na ich podstawie opracowania wytycznych do zaprojektowania przemysłowej linii technologicznej. Dr inż. Paweł Kwaśniewski przeprowadził opisany w monografii bardzo rozległy zakres prac

projektowych i technologicznych związanych z procesem odlewania ciągłego stopu CuNi2Si w warunkach laboratoryjnych, co pozwoliło na opracowanie parametrów procesowych przygotowania wsadu do topienia, syntezy metalurgicznej, obróbki ciekłego metalu oraz odlewania ciągłego z podaniem szczegółów technologicznych związanych z prędkością odlewania (posuwem, postojem, prędkością posuwu), temperaturą ciekłego metalu i odlewu, wydatkiem medium chłodzącego w układzie chłodzenia pierwotnego i wtórnego. Dodatkowo przeprowadził badania doboru korzystnej zawartości składników stopowych Ni oraz Si w obrębie normowanego gatunku CuNi2Si z punktu widzenia podatności do starzenia sztucznego i własności końcowych wyrobu. Uzyskane wyniki badań dały Habilitantowi podstawę do opracowania wytycznych do budowy przemysłowej linii odlewniczej, która następnie została zbudowana. Efektem było wdrożenie technologii odlewania ciągłego prętów CuNi2Si w warunkach produkcyjnych, które są następnie przeznaczone do kucia matrycowego nowego osprzętu.

Analiza procesu kucia wykazała, że przejście na technologię zautomatyzowanego kucia jednooperacyjnego, pozwoli na obniżenie ceny produkowanego osprzętu. Autor opracował wytyczne do technologii jednooperacyjnego kucia matrycowego, które następnie poddał badaniom w warunkach przemysłowych z jednoczesnym przesycaniem na matrycy prasy przy zastosowaniu prętów CuNi2Si uzyskiwanych w technologii odlewania ciągłego. Badania wykazały, że w procesie kucia jednooperacyjnego odlewów CuNi2Si a następnie starzenia sztucznego odkuwek możliwe jest uzyskiwanie osprzętu o wcześniej założonym zespole własności użytkowych przy znacznie niższych kosztach produkcyjnych. Przeprowadzone badania strukturalne oraz rentgenograficzne wykazały, że osprzęt wytwarzany wg udoskonalonej technologii nie posiada wad wewnętrznych. Opracowana i doświadczalnie zweryfikowana technologia wytwarzania osprzętu została wdrożona w warunkach przemysłowych i jest aktualnie wykorzystywana do jego produkcji. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że osprzęt ten jest powszechnie stosowany do budowy sieci trakcyjnych w Polsce na różnych liniach kolejowych m.in. Warszawa - Poznań - Berlin (E20), Warszawa - Białystok (E75), Kraków - Przemyśl (E30), Warszawa - Gdańsk (E65), Wrocław - Katowice (E30), Szczecin - Poznań (E59) oraz Centralnej Magistrali Kolejowej Katowice (Kraków) - Warszawa (E65). Opracowane rozwiązania poddane zostały procedurze patentowej i uzyskały ochronę w Polsce w postaci dwóch patentów i pięciu wzorów użytkowych.

Przeprowadzone przez Habilitanta prace projektowo-technologiczne wykazały, że opracowany osprzęt i nowatorska technologia jego wytwarzania w procesie kucia matrycowego i obróbki cieplnej, umożliwia uzyskiwanie założonych wymaganych własnościach użytkowych osprzętu.

Przedstawiony w monografii zakres prac badawczych jest oryginalnym wkładem w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa, a opracowana oryginalna i kompleksowa technologia wytwarzania osprzętu górnej kolejowej sieci trakcyjnej w zintegrowanym procesie jednooperacyjnego kucia matrycowego z jednoczesnym przesycaniem oraz starzenia sztucznego odkuwek, przy wykorzystaniu wsadu CuNi2Si pochodzącego

z ciągłego odlewu stanowi podstawę ubiegania się Pana dra inż. Pawła Kwaśniewskiego o stopień naukowy dra habilitowanego.

4. Ocena osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta

Główny nurt działalności naukowej Habilitanta koncentrował się na:

- projektowaniu i badaniach technologii wytwarzania wyrobów z metali nieżelaznych,
- projektowaniu i badaniach nad technologiami odlewania ciągłego metali zarówno w układzie poziomym i pionowym oraz na obracające się walce,
- projektowaniu i badaniach własności wyrobów z metali nieżelaznych,
- modelowaniu MES elementów konstrukcyjnych oraz badaniach eksperymentalnych stanu odkształceń w elementach konstrukcji inżynierskich,
- badaniach nad metodami wytwarzania nowatorskich kompozytów metalicznych metal-grafen, metal- nanorurki węglowe oraz ich przeróbką plastyczną w procesach ciągnięcia, walcowania i wyciskania,
- badaniach nad nowymi materiałami, technologiami i wyrobami na osnowie metali nieżelaznych dla elektroenergetyki.

Opinię wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U.2011.196.1165). Sumaryczne zestawienie osiągnięć Habilitanta zawarto w tab.1.

Tab.1.

L.p.	Kryterium według §3 p.4, §4 i §5	Tak (liczba)/Brak
1	Publikacje naukowe w czasopismach z bazy Journal Citation Reports (JCR)	7
2	Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne	10
3	Udzielone patenty: a) międzynarodowe b) krajowe	a) - b) : 9
4	Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach	17
5	Monografie, publikacje naukowe w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie JCR	55
6	Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyzy	9
7	Sumaryczny <i>impact factor</i> według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania:	5,16
8	Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS):	wg WoS: 2 wg Google Scholar: 26
9	Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS)	wg WoS: 1

		wg Google Scholar: 3
10A	Kierowanie projektami badawczymi: a) międzynarodowymi b) krajowymi	a) - b): 2 (inne patrz punkt 18)
10B	Udział w projektach badawczych: a) międzynarodowych b) krajowych	a) :1 b) :15
11	Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową	2
12	Wygłoszenie referatów na tematycznych konferencjach a) międzynarodowych b) krajowych	a) : 4 b) : 13
13	Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych	6
14	Aktywny udział w konferencjach naukowych (współautor referatów): a) międzynarodowych b) krajowych	a) : 13 b) : 18
15	Udział w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych: a) międzynarodowych b) krajowych	a) - b) : 1
16	Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż wymienione wyżej	2
17	Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	12
18	Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z: a) naukowcami z innych ośrodków polskich, b) naukowcami z ośrodków zagranicznych, c) przedsiębiorcami, innymi niż wymienione wyżej	a) - b) - c) : 4
19	Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	-
20A	Członkostwo w międzynarodowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych: a) ogółem b) w tym z wyboru	a) : 3 b) -
20B	Członkostwo w krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych: a) ogółem b) w tym z wyboru	a) - b) -
21	Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki	7
22	Opieka naukowa nad studentami	16
23	Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze: a) opiekuna naukowego b) promotora pomocniczego	a) : 2 b) : 3
24	Stáže w ośrodkach naukowych lub akademickich: a) zagranicznych b) krajowych	a) : 6 b) : 1
25	Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie	51
26	Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	3
27	Recenzowanie projektów: a) międzynarodowych b) krajowych	a) - b) : 11
28	Recenzowanie publikacji w czasopismach: a) międzynarodowych b) krajowych	a) : 1 b) : 1
29	Inne osiągnięcia: zgłoszenia: patentowe, wzorów użytkowych i przemysłowych: a) międzynarodowych b) krajowych	a) : 4 b) : 12
	Łącznie liczba spełnionych kryteriów	28/29 co stanowi 96%

Podsumowanie

W obszarze nauk technicznych Habilitant opublikował 1 monografię, jest współautorem 2 rozdziałów w monografii, autorem lub współautorem 67 publikacji w czasopiśmie naukowych krajowych i międzynarodowych, w tym 7 publikacji umieszczonych w bazie Journal Citation Reports. Sumaryczny impact factor publikacji naukowych wynosi 5,16 według listy JCR, liczba cytowań wg Web of Science 2 oraz indeks Hirscha 1. Ponadto jest autorem 17 wygłoszonych referatów na konferencjach krajowych i międzynarodowych oraz współautorem 31 wygłoszonych referatów. Kierował 6 projektami badawczo-rozwojowymi i wdrożeniowymi związanymi m.in. z:

- opracowaniem i wdrożeniem do produkcji nowych elementów nośnych sieci trakcyjnej w postaci różnego typu wysięgników, ukośników, odciągów służących do mocowania sieci do konstrukcji wsporczych, jak również elementów służących do naprężenia sieci trakcyjnej;
- opracowaniem i wdrożeniem technologii wytwarzania osprzętu trakcyjnego w zintegrowanym procesie kucia wsadu odlewanego,
- opracowaniem i wdrożeniem do produkcji nowej generacji nakładek stykowych do pantografów taboru kolejowego,
- opracowaniem i wdrożeniem technologii odlewania ciągłego profili ze stopów aluminium w gat. EN-AW 6060 oraz EN-AW 6082 w procesie odlewania ciągłego z elektromagnetyczną modyfikacją struktury krystalicznej odlewów wytwarzanych wyłącznie ze złomów,
- opracowaniem nowej generacji hybrydowego kolektora słonecznego wykorzystującego ciepło odpadowe generowane przez ogniwa fotowoltaiczne.

Habilitant uczestniczył w 15 projektach o zasięgu krajowym i jednym międzynarodowym ukierunkowanych na osiągnięcie celów aplikacyjnych. Ważniejsze z nich to:

- opracowanie i uruchomienie produkcji konstrukcji wsporczych ze strefą kontrolowanego zniszczenia,
- opracowanie i wdrożenie do produkcji nowych elementów osprzętu dla trakcji tramwajowej,
- opracowanie mobilnego urządzenia do ciągłego monitorowania zużycia przewodów jezdnych oraz parametrów eksploatacyjnych sieci trakcyjnej,
- projektowanie nowych przewodów elektroenergetycznych i materiałów przewodowych na bazie aluminium,
- opracowanie technologii i uruchomienie produkcji walcówki z rafinowanego i modyfikowanego aluminium dla potrzeb wytwarzania nowej generacji drutów do zastosowań w elektrotechnice i elektronice,
- opracowanie technologii i uruchomienie produkcji nowoczesnych zagęszczanych żył roboczych kabli elektroenergetycznych,

- opracowanie technologii i uruchomienie produkcji nowej generacji emaliowanych aluminiowych przewodów nawojowych,
- opracowanie nowego typu przewodu elektroenergetycznego na osnowie aluminium z rdzeniem przewodzącym o wysokiej wytrzymałości mechanicznej i wysokiej przewodności elektrycznej opartym na stopach CuAg,
- badania nad materiałami na osnowie metal-grafen, metal-nanorurki węglowe realizowanymi w ramach europejskiego projektu badawczego z 7 Programu Ramowego oraz polskiego Programu Badań Stosowanych dofinansowanego przez NCBiR, których celem jest opracowanie metody wytwarzania kompozytów miedź-grafen, miedź-nanorurki oraz aluminium-grafen, aluminium-nanorurki o nieosiągalnych dotychczas własnościach, w szczególności przewodności elektrycznej i cieplnej, jak również wytrzymałości mechanicznej,
- badania dla International Copper Association (ICA) z USA nad pionierskimi kompozytami typu Covetic, tj. kompozytami miedź-węgiel aktywowany. Badania te pozwoliły na wytworzenie nowego materiału na osnowie miedzi, który w swojej strukturze zawiera nanometryczne cząstki węgla odpowiedzialne za obniżony temperaturowy współczynnik rezystancji kompozytu, który wyniósł $0,0034 \text{ K}^{-1}$ (dla czystej miedzi wynosi on standardowo $0,004 \text{ K}^{-1}$),
- opracowanie technologii i badaniach odlewania ciągłego prętów z miedzi beztlenowej o ukierunkowanej strukturze krystalicznej,
- badania nad uzyskiwaniem i kształtowaniem własności stopów Cu-Mg zarówno w procesie odlewania ciągłego, jak i przetwarzania na druty metodą ciągnięcia,
- badania w warunkach laboratoryjnych odlewania stopów aluminium na obracające się walce ,
- uruchomienie produkcji prętów odlewanych z miedzi beztlenowej CuOF najwyższej czystości, które wytwarzane są wyłączenie ze złomów.
- badania nad procesem odlewania ciągłego mosiądzów oraz metod eliminacji cząstek twardych metodami metalurgicznymi.

Opracował wiele stanowisk m.in. do ciągłego odlewania do góry i w dół przeznaczonych do wytwarzania kompozytów metal-grafen/nanorurki. Zaprojektował laboratoryjne stanowisko do ciągnięcia mikrodrutów do średnic z zakresu $50 \mu\text{m}$, urządzenia odlewniczego typu Twin Roll Casting oraz 10 zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych i technologicznych.

Dr inż. Paweł Kwaśniewski kierował 33 pracami zleconymi i badaniami aplikacyjnymi oraz uczestniczył w 18 pracach zleconych jako główny wykonawca. Ponadto był powołany jako ekspert Sądu Rejonowego w Miechowie do wykonania ekspertyzy dot. zachowania się kabli miedzianych izolowanych, pod wpływem ekspozycji wysokiej temperatury w wyniku spalania izolacji. Pełni również odpowiedzialne funkcje eksperta merytorycznego audytów systemowych projektów Demonstrator+ oraz Innotech 3 realizowanych na zlecenie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Jest laureatem 4 nagród o zasięgu krajowym i międzynarodowym tj.:

-zespołowej II nagrody Prezesa Rady Ministrów za wybitne osiągnięcia naukowo-techniczne w 2010r. : opracowanie nowej generacji wysokoobciążalnych mechanicznie i prądowo sieci trakcyjnych,

-zespołowego wyróżnienia w konkursie o nagrodę im. Prof. Czesława Jaworskiego: opracowanie urządzenia naprężającego do kompensacji długości w przewodach jezdnym i linach nośnych uzyskane na 11. Międzynarodowych Targach Kolejowych Trako 2015.

-zespołowej nagrody The Marshall V. Yokelson Memeorial Medal Award” za artykuł z dziedziny metali nieżelaznych pt.”Technology production and properties of high-strength and high-conductivity nanostructured copper-silver wires for new type overhead line conductors” - nagroda przyznana w roku 2014 przez WAI Interwire-Indianapolis USA

-zespołowej pierwszej nagrody: najlepszy poster na 2nd International Conference on Non-Ferrous Metals (ICNFM 2015), “Rheological resistance of CuAg15 alloy wires”, Kraków 2015.

Wynikiem zrealizowanych prac badawczo-rozwojowych było uzyskanie 9 patentów krajowych i 5 wzorów użytkowych, 12 wzorów przemysłowe na terytorium EU. Jest on również współautorem 12 zgłoszeń patentowych i wzorów użytkowe w Polsce oraz 4 zgłoszeń patentowych i wzorów międzynarodowych, co doskonale wpisuje się w wybraną przez habilitanta ścieżkę habilitacyjną ukazującą zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne i technologiczne. Jest również członkiem zespołu, który opracował dla European Copper Institute (Copper Alliance) bazę danych Copper Alloys Knowledge Base.

Habilitant należy do 9 konsorcjów badawczych o zasięgu krajowym i międzynarodowym gromadzących specjalistów z jednostek naukowych m.in.:

- Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN w Krakowie,
 - Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie,
 - University of Cambridge (United Kingdom),
 - Aalto University (Finland),
 - Institute of Occupational Medicine (United Kingdom),
- i oraz 17 partnerów przemysłowych.

Na zakończenie chciałbym z dużą satysfakcją podkreślić **imponujący** dorobek dr inż. Pawła Kwaśniewskiego w obszarze tzw trzeciej misji uczelni wyższych, którą jest transfer wiedzy do gospodarki.

5. Ocena osiągnięć dydaktyczno-organizacyjnych Habilitanta

Habilitant brał udział w opracowaniu programu specjalności studiów magisterskich na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH na specjalności materiały

i technologie w systemach elektroenergetycznych. Opracował również programy przedmiotów oraz oryginalnych autorskich wykładów pt: Eksploatacja kabli i przewodów” , oraz „Projektowanie procesów przeróbki plastycznej”. Prowadzi wykłady z przedmiotów: projektowanie procesów przeróbki plastycznej, eksploatacja kabli i przewodów, techniki pomiarowe, techniki produkcyjne, odlewanie ciągłe. Realizuje również laboratoria, ćwiczenia i zajęcia projektowe z: przetwórstwa aluminium, projektowania procesów przeróbki plastycznej, eksploatacji kabli i przewodów, teorii procesów przeróbki plastycznej, statystyki, metrologii, procesów i technik produkcyjnych, technik pomiarowych w przeróbce plastycznej oraz historii wynalazku.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że Habilitant jest promotorem pomocniczym 3 doktoratów prowadzonych na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH, z czego 1 został już obroniony jak również jest opiekunem naukowym 2 doktoratów oraz promotorem 16 prac dyplomowych. Tematyka prac doktorskich jest ściśle związana z dotychczasową działalnością naukową.

1. Wojciech Ścieżor – praca doktorska pt:”Eksperymentalna identyfikacja warunków krzepnięcia i odkształcenia aluminium oraz wybranych stopów aluminium serii 8XXX w kotlinie procesu Twin Roll Casting” Wydział Metali Nieżelaznych AGH: **praca obroniona dnia 24 listopada 2015 r.** - promotor pomocniczy
2. Eliza Smaga-Sieja – praca doktorska pt:”Stopy Cu-Ag w generatorach silnego pola magnetycznego” Wydział Metali Nieżelaznych AGH – otwarty przewód doktorski dnia 25 czerwca 2014 r. (planowany termin obrony koniec 2016 r.) - promotor pomocniczy
3. Marek Gnielczyk – praca doktorska pt:”Badania nad metodami syntezy i własnościami kompozytów aluminium-grafen/nanorurki węglowe” Wydział Metali Nieżelaznych AGH – otwarty przewód doktorski dnia 7 lipca 2015 r. (planowany termin obrony koniec 2017 r.)- promotor pomocniczy
4. Radosław Kowal – praca doktorska pt:” Badania wpływu parametrów procesu ciągłego odlewania na segregację składników w stopach AlMgSi” Wydział Metali Nieżelaznych AGH: planowany termin otwarcia przewodu doktorskiego czerwiec 2016 r.(sprawowana opieka od 2014r.)- opiekun naukowy
5. Justyna Grzebinoga – praca doktorska pt:” Charakteryzacja cech materiałowych stopów aluminium z molibdenem i srebrem dedykowanych na cele przewodowe” Wydział Metali Nieżelaznych AGH: planowany termin otwarcia przewodu doktorskiego czerwiec 2016 r.(sprawowana opieka od 2014r.)- opiekun naukowy

Habilitant w ciągu ostatnich lat brał udział w 7 stażach naukowych i przemysłowych Nie bez znaczenia jest również działalność w zakresie popularyzacji nauki na wystąpieniach i prezentacjach laboratoriów AGH. Pan Paweł Kwaśniewski był członkiem zespołu organizującym dni otwarte AGH Wydziału Metali Nieżelaznych oraz w komitecie organizacyjnym i współorganizatorem sesji tematycznej Seminarium Naukowo-Technicznego Konsorcjum NOEL pt.” Nowoczesne Materiały i Technologie Metali Nieżelaznych dla Elektroenergetyki 2011”. Był odpowiedzialny za współorganizację międzynarodowego spotkania naukowo-badawczego Covetic Kraków 2012 mającego na celu prezentację w gronie przedstawicieli International Copper Association wyników badań nad kompozytami miedź-węgiel. Ponadto w ramach działalności naukowo-dydaktycznej habilitant angażując się w prace organizacyjne różnych spotkań w ramach realizacji prac badawczo-rozwojowych krajowych

i międzynarodowych oraz brał udział w pracach Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej AGH. Jest współorganizatorem wycieczek technologicznych dla studentów do zakładów przemysłowych jak również członkiem trzech międzynarodowych organizacjach naukowych

Dr inż. Paweł Kwaśniewski posiada bogate doświadczenie dydaktyczne. Łączy pracę dydaktyczną ze szkoleniem młodej kadry inżynierskiej. Aktywnie uczestniczy w działalności organizacyjnej na rzecz Wydziału i krajowego środowiska naukowo-przemysłowego.

Wnioski końcowe

Zainteresowania badawcze dr inż., Pawła Kwaśniewskiego znajdują się w obszarze aktualnych i bardzo istotnych problemów osprzętu górnej kolejowej sieci trakcyjnej w aspekcie materiałów oraz kompleksowych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych. W oparciu o analizę całokształtu przedłożonej pracy Habilitanta stwierdzam, że dorobek dr inż. Pawła Kwaśniewskiego jest oryginalnym **interdyscyplinarnym osiągnięciem projektowym, konstrukcyjnym i technologicznym posiadającym** szereg nowych wartości poznawczych i użytecznych. Wyniki badań i analiz Habilitanta wnoszą szereg elementów twórczych w istotnym stopniu pogłębiających obecny stan wiedzy w zakresie osprzętu sieci trakcyjnej i inżynierii materiałowej.

Należy również podkreślić, że po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, Habilitant znacząco pomnożył swój dorobek naukowy i wniósł istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa.

Na podstawie dokonanej oceny oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego i technologicznego w postaci monografii oraz oceny całokształtu dorobku naukowego, twórczego, dydaktycznego i organizacyjnego stwierdzam, że dr inż. Paweł Kwaśniewski wykazał kompetencje i dojrzałość twórczą i naukową w stopniu uzasadniającym uzyskanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa spełniając jednocześnie wymagania stosownej ustawy z dnia 14 marca 2003 wraz z jej późniejszymi zmianami.