

RECENZJA

osiągnięcia naukowego dr. inż. Piotra Kwapisińskiego przedstawionego w formie monografii pt.: „Matematyczna metoda przewidywania udziału struktur kolumnowych i równoosiowych we wlewkach miedzi i jej stopów” oraz dorobku naukowego w zakresie „oceny wpływu struktury miedzi na jej podatność do dużych odkształceń w procesie ciągnięcia” i „modyfikacji struktury odlewniczej dla potrzeb przeróbki plastycznej” a także aktywności naukowej w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa sporządzona zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej oraz ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Recenzję wykonano na zlecenie Dyrektora Instytutu Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. A. Krupkowskiego Polskiej Akademii Nauk Pani dr hab. inż. Joanny Wojewoda-Budki prof. Instytutu (pismo z dnia 1.08.2023 r.)

1. Ogólna charakterystyka Kandydata

Dr inż. Piotr Kwapisiński jest absolwentem Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie z roku 1995. Studia magisterskie ukończył z wyróżnieniem na Wydziale Metali Nieżelaznych na kierunku Metalurgia o specjalności: Przeróbka plastyczna.

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Metalurgia otrzymał w dniu 21 października 2003 roku uchwałą Rady Wydziału Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej na podstawie obrony pracy doktorskiej pt.: „Strukturalny aspekt podatności miedzi do dużych odkształceń w procesie ciągnięcia”. Promotorem rozprawy był dr hab. inż. Ludwik Błaż prof. AGH, a recenzentami byli: dr hab. inż. Henryk Dybiec prof. AGH oraz prof. dr hab. inż. Jerzy Gronostajski z Politechniki Wrocławskiej.

Ponadto Kandydat do stopnia dr hab. posiada ukończone w 2013 r. studia podyplomowe w Szkole Głównej Handlowej w zakresie „Zarządzania wartością firmy” po złożeniu pracy pt.: „Znaczenie innowacji technologicznych w strategii rozwoju hutnictwa miedzi na przykładzie Oddziałów KGHM Polska Miedź S.A. Huta Miedzi „Głogów” i Huta Miedzi „Cedynia” oraz w 2001 r. w Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu w zakresie „Zarządzania przedsiębiorstwem” po obronie pracy pt.: „Zarządzanie środowiskiem wg Normy ISO14001 i efektywność jego funkcjonowania w zintegrowanym systemie zarządzania jakością na przykładzie KGHM Polska

Miedź S.A. O/HM „Cedynia”. Złożył w 2012 r. również międzynarodowy egzamin w zakresie „Metodyka zarządzania projektami TenStep Management ProcessTM”. Jest posiadaczem certyfikatu Project Manager.

Życie zawodowe Kandydata w całości związane jest z pracą KGHM Polska Miedź S.A., w którym przechodził kolejne szczeble kariery począwszy od mistrza Wydziału Walcowni do dyrektora technicznego w Hucie Miedzi „Cedynia”, w Hucie „Głogów”, Dyrektora Naczelnego ds. Hutnictwa w Centrali KGHM, do obecnie, Dyrektora Naczelnego Huty „Głogów”. Pełnił lub pełni funkcje w radach nadzorczych firm tej branży.

Ponadto, co jest warte docenienia w kontekście ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, Kandydat łączył doświadczenia z pracy zawodowej w hutach miedzi z pracą naukowo-dydaktyczną w szkolnictwie wyższym (9 lat) i zawodowym (11 lat).

Dr inż. Piotr Kwapisiński, po uzyskaniu stopnia doktora w swojej dotychczasowej pracy naukowej i zawodowej zajmował się szeroko rozumianym przetwórstwem miedzi i jej stopów, w tym również w zakresie produkcji miedzi, jej odlewania różnymi metodami.

Dr inż. Piotr Kwapisiński znany jest w środowisku naukowym i zawodowym jako specjalista zajmujący się zagadnieniami produkcji miedzi, krystalizacji miedzi i jej stopów, zagadnieniami związanymi z predykcją struktury krystalicznej we wlewkach odlewanych metodą ciągłą i przerabianych plastycznie. Zatem jest specjalistą w *inżynierii materiałowej*.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

W dokumentacji habilitacyjnej jako główne osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria materiałowa, dr inż. Piotr Kwapisiński przedłożył monografię pt.: „Matematyczna metoda przewidywania udziału struktur kolumnowych i równoosiowych we wlewkach miedzi i jej stopów” oraz wskazał też osiągnięcia dotyczące tematyki naukowo-technicznej: A) ocena wpływu struktury miedzi na jej podatność do dużych odkształceń w procesie ciągnięcia i B) modyfikacja struktury odlewniczej dla potrzeb przeróbki plastycznej.

Monografia habilitacyjna wydana została w 2023 r. przez Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. A. Krupkowskiego Polskiej Akademii Nauk (ISBN 978-83-60768-68-6). Recenzentami byli prof. dr hab. inż. Włodzimierz Dudziński z Pol. Wrocławskiej i dr hab. inż. Grzegorz Boczek prof. AGH. Tekst rozprawy liczy 106 stron, w tym wykaz 97 pozycji literaturowych, w tym 9 współautorskich opublikowanych po 2015 roku w uznawanych czasopiśmie oraz wprowadzenie zatytułowane „Inspiracja do podjęcia badań”, spis akronimów i ważniejszych symboli a także streszczenia w języku polskim i angielskim. W tym miejscu

pozwole sobie wytknąć Autorowi monografii rażący sposób cytowania rysunków w tekście, wiernie przeniesiony z pisowni języka angielskiego, czyli jest „Rys. nr rys.” zamiast „rys. nr rys.”!

W monografii Habilitant podejmuje próbę oceny zmiennych czynników procesu krystalizacji na lokalizację przemiany struktury kolumnowej w równoosiową (CET) we wlewkach wykonywanych we wlewnicach (odlewanie statyczne stali) oraz wykonywanych metodą ciągłą miedzi i jej stopów. Jest to trudny problem natury teoretycznej i technologicznej, bowiem na ten proces ma wpływ wiele czynników materiałowych, mało precyzyjnie identyfikowalnych i technologicznych procesu wytwarzania wlewków. Problem jest szczególnie trudny, gdy dotyczy czystych metali, w szczególności odlewanych sposobem ciągłym lub półciągłym oraz stopów niskoskładnikowych np. miedzi z dodatkiem srebra. Zatem należy uznać, że podjęta w monografii tematyka ma walory pracy naukowej i użytecznej. Dotyczy ona, czemu trudno się dziwić, problemów produkcyjnych grupy kapitałowej KGHM (i nie tylko), w której dr P. Kwapiński jest wieloletnim pracownikiem.

Analiza dorobku naukowego dr. inż. P. Kwapińskiego wskazuje na umiejętność posługiwania się metodami zarówno analitycznymi jak i numerycznymi w rozwiązywaniu zagadnień związanych z kształtowaniem struktury pierwotnej odlewów statycznych i ciągłych. Dowodem na to, poza monografią, są pozostałe publikacje współautorskie.

Monografia napisana jest w tradycyjnym układzie, czyli posiada krótkie wprowadzenie w tematykę rozprawy ze wskazaniem kierunku rozwoju technologii odlewania ciągłego miedzi i jej stopów oraz podstawową wiedzę na temat tworzenia się we wlewkach stref strukturalnych/krystalicznych na przekroju poprzecznym. Zawiera też, analizę teorii Hunt'a, w rozwinięciach różnych autorów, próbujących zastosować ją do analitycznego określenia przemiany strukturalnej CET w odlewach, z opinią Habilitanta na jej ograniczenia wynikające z braku znajomości niektórych niemierzalnych parametrów procesu krystalizacji w warunkach przemysłowych a dotychczas dostępne wyniki symulacji numerycznych oparte na teorii Hunt'a traktowały, zdaniem Habilitanta, zagadnienie w sposób zbyt uproszczony i z taką opinią trudno jest się nie zgodzić. Dlatego w wyniku tej analizy została postawiona teza pracy w brzmieniu jak na stronie 24 na podstawie, w której Habilitant stwierdził, że w oparciu o uzyskane pola temperatury będące wynikami przeprowadzonych przez Niego symulacji numerycznych można będzie przewidywać strefy krystaliczne we wlewkach z miedzi odlewanych metodą ciągłą. Celem tych poszukiwań jest możliwość sterowania/przewidywania momentu/miejsca transformacji struktury kolumnowej w równoosiową w wlewkach z Cu i jej stopów odlewanych sposobem ciągłym w celu dalszej ich przeróbki plastycznej (w warunkach Huty Miedzi „Cedynia” i in.), a w których proporcja udziału tych stref jest bardzo istotna

w przebiegu tej przeróbki, jak i otrzymywanych właściwości wyrobów np. przewodów trakcyjnych.

Rozwiązanie problemu/zjawiska konkurencyjności tworzenia się struktury kolumnowej i równoosiowej Habilitant rozpoczyna od analizy procesu krystalizacji statycznej we wlewkach stalowych krzepnącym we wlewnicy opartej na analizie symulowanego pola temperatury i prędkości krystalizacji. We wlewkach stalowych krzepnącym statycznie procesy krystalizacji zachodzą wolno i bardziej wyraziście niż w odlewach ciągłych. Interpretacja otrzymanych wyników pozwoliła Autorowi/Autorom (w oparciu o wyniki W. Wołczyńskiego [39]) na opracowanie mapy strukturalnej pokazującej zakres formowania się struktury kolumnowej i równoosiowej przy określonej wartości przechłodzenia kinetycznego i całkowitego. Podobne rozważania dla wlewka stalowego zostały zaprezentowane w stosunku do analizy pola gradientu temperatury, gdzie potwierdzono, co oczywiste, istotny wpływ grubości wyłożenia wlewnicy na proporcje stref strukturalnych, zatem i przemianę CET. Jest to istotny fragment dorobku naukowego Habilitanta.

Ważne naukowo i użytkowo są rozdziały 9.5 - 9.8, ponieważ dotyczą zagadnienia CET w wlewkach/prętach odlewanych sposobem ciągłym i mają, moim zdaniem, dużą wartość użytkową. Przeprowadzone metodą różnic skończonych, symulacje uwzględniające wszystkie warunki wymiany ciepła w układzie wlewk-krystalizator, łącznie z oddziaływaniem szczeliny pomiędzy wlewkami a ścianką krystalizatora/grafitem (szczelina efektywna δ_p), istotnie wpływającej jako opór cieplny na geometrię frontu krystalizacji i jego przemieszczanie się, posłużyły Habilitantowi do analizy i potwierdzone zostały na symulowanej krystalizacji wlewka ze stopu CuZn40. Jakkolwiek można się zgodzić z tokiem rozumowania przedstawionym na stronie 47, że możliwe jest nadtopienie części wierzchniej wlewka w związku utrudnionym odpływem ciepła przez szczelinę, ale to jest tylko hipoteza nie potwierdzona w warunkach przemysłowych czy laboratoryjnych. Taki stan mógłby doprowadzić do niebezpiecznej awarii zwanej potocznie „przerwaniem żyły” i wyciekami ciekłego metalu pod krystalizator, w szczególności, gdy proces prowadzi się w tzw. niskich krystalizatorach a sterowanie grubością szczeliny w trakcie procesu jest mało realne. Inaczej jest w procesie Upcast. Większe możliwości sterowania procesem i strukturą stwarza różnicowanie prędkości odlewania i wysokości krystalizatora na co słusznie zwraca uwagę Habilitant powołując się na zmiany prędkości izotermy likwidus (rys. 47-49). Analiza zmian prędkości izotermy likwidus na przekroju blisko osi wlewka i w jego osi dała Autorowi monografii podstawę do stwierdzenia, że możliwe jest utworzenie się płaskiego frontu krystalizacji i powstanie struktury monokrystalicznej ewentualnie polikrystalicznej tworzonej przez grupę kryształów kolumnowych skierowanych wzdłuż osi wlewka. Taka struktura sprzyja zarówno procesowi przeróbki plastycznej jak i właściwościom użytkowym np. odlewanych prętów/drutów z miedzi. Powyższe rozważania teoretyczne zostały

potwierdzone wynikami badań w Hucie Miedzi „Cedynia”. **Uważam to osiągnięcie dr. P. Kwapisińskiego za istotne zarówno o charakterze naukowym jak i utylitarnym.**

Rozdział 10 to popis zdolności twórczych w zakresie analitycznych możliwości analizy wzrostu kryształów kolumnowych/dendrytów. Autor rozprawy przeanalizował znaną w literaturze teorię prawa wzrostu struktur kolumnowych adaptując ją do krystalizacji wlewków z miedzi i jej stopów. Uwzględniając liczbę Pecleta i kryterium stabilności marginalnej. Do formalizmu matematycznego nie mam zastrzeżeń, natomiast metodę szacowania wartości liczby Pecleta z zastosowaniem wymiarów kryształów kolumnowych $2R$ na zglądzie uważam za niewłaściwą / jako zbyt duże uproszczenie. Wymiar poprzeczny kryształu kolumnowego to niekoniecznie jest jego średnica. Koniecznym byłoby jeszcze określenie wymiarów na zglądzie poprzecznym do osi kryształów kolumnowych. Moim zdaniem monografia bez tego rozdziału też byłaby wartościowa.

Analizując przykłady makrostruktury odlewów Cu i Cu-0,1Ag wykonywanych metodami Contirod i Upcast Habilitant słusznie zwraca uwagę na proporcje między kryształami kolumnowymi a równoosiowymi uwarunkowanymi średnicą wlewków/prętów, jeśli te pręty (rys. 61) są odlewami wykonanymi przy standardowych warunkach odlewania. W dalszej części pracy (rozdział 14) potwierdza wykorzystanie matematycznej metody do sterowania i przewidywania udziału struktur kolumnowych i równoosiowych oraz rdzenia monokrystalicznego prezentując stosowne makrostruktury i stwierdzając, że tego typu struktury zapewniają korzystniejsze właściwości użytkowe przewodów trakcyjnych.

Habilitant do dorobku naukowego i aplikacyjnego zalicza również wyniki badań dotyczące oceny wpływu struktury miedzi na jej podatność do dużych odkształceń w procesie ciągnięcia będące kontynuacją prac nad tematyką pracy doktorskiej a zastosowane w praktyce w HM „Cedynia”. Podobnej wagi osiągnięciem jest przeprowadzona przez Niego optymalizacja systemów chłodzenia na linii odlewniczej Upcast z zastosowaniem helu. System chłodzenia jest bardziej intensywny, z możliwością regulowania pracy krystalizatorów oraz chłodzenia pierwotnego i wtórnego, skutkiem czego pręty Cu i jej stopów posiadają drobniejszą strukturę i bardziej powtarzalną oraz bardziej przydatną do przeróbki plastycznej w Fabryce Przewodów Energetycznych i Tele-Fonice Kable.

Podsumowując analizę dorobku stwierdzam, że dr inż. Piotr Kwapisiński uzyskał wyniki stanowiące oryginalne osiągnięcie naukowe o charakterze teoretycznym i praktycznym wnoszące istotny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Materiałowa i spełniające wymagania stosownej Ustawy. Do tych osiągnięć zaliczam:

- opracowanie matematycznej metody wyznaczania lokalizacji przemiany struktury kolumnowej w równoosiową dla miedzi i jej stopów odlewanych metodą ciągłą potwierdzonej w praktyce,

- określenie teoretycznych warunków krystalizacji wlewka/pręta z możliwością tworzenia się struktury monokrystalicznej w jego osi,
- sformułowanie prawa wzrostu struktur kolumnowych we wlewkach/prętach z Cu i jej stopów,
- opracowanie metody wyznaczania warunków wyżarzania w celu uzyskania zadanego stopnia rekrytalizacji zastosowanej w HM „Cedynia”,
- zastosowanie chłodzenia pierwotnego i wtórnego helem na linii Upcast oraz jego optymalizacja.

2. Ocena dorobku naukowego Kandydata w zakresie „istotnej aktywności naukowej”

Dr inż. Piotr Kwapisiński posiada wystarczającą dla kandydatów uczestniczących w przewodzie habilitacyjnym aktywność naukową, na którą składa się **16** publikacji, w tym monografia habilitacyjna, wydanych w czasopismach indeksowanych w bazie Web of Science. Jego dorobek publikacyjny określony sumarycznym Impact Factorem wynosi **9,177**. Indeks Hirscha wg Web of Science i Google Scholar wynosi **h-index=5** a wg Scopus **4**. Liczba cytowań wynosi **60** wg WoS a liczba punktów za lata 2003-2023 wg MNIŚW/MNIŚ 363.

Dr inż. P. Kwapisiński w swoim dorobku posiada autorstwo **1** monografii (wchodzącej w skład ocenianego dorobku). W materiałach naukowych konferencji międzynarodowych opublikował wyniki swoich badań w **29** referatach oraz przedstawił **22** prezentacje. Wiele z tych prezentacji miało miejsce podczas cyklicznych międzynarodowych konferencji organizowanych przez WMN AGH Kraków. Ponadto, jedna z nich miała miejsce podczas targów metalurgicznych zorganizowanych przez firmę NIKT GmbH (Niemcy). W roku 2019 Habilitant był organizatorem konferencji z okazji 40-lecia KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Huta Miedzi „Cedynia”.

Przytoczone wyżej wskaźniki bibliometryczne nie są może najwyższe, ale moim zdaniem pozytywnie charakteryzujące aktywność naukową Kandydata, tym bardziej, że dorobek naukowo-technologiczny dr. P. Kwapisińskiego jest imponujący ilościowo i wartościowy.

Jego aktywność moim zdaniem należy oceniać przez pryzmat szeroko rozumianej pracy zawodowej i wieloma kontaktami oraz współpracą z jednostkami naukowymi, co wynika z Jego charakteru i miejsca pracy w KGHM. Na pozytywne podkreślenie zasługuje też to, że Habilitant prowadził/prowadzi swoje badania naukowe we współpracy z uznanymi w kraju ośrodkami naukowymi, to jest m. in. z Wydziałem Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej i Instytutem Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN oraz ŚBŁ-IMN w Gliwicach.

Ich tematyka jest dość szeroka i dotyczyła m. in. produkcji miedzi, jej oczyszczania oraz wytwarzania odlewów ciągłych i przetwórstwa miedzi i jej stopów, w tym permanentnej modernizacji procesów. W tej tematyce Habilitant brał udział w trzech projektach. Obecnie jest

wykonawcą i ekspertem w Konsorcjum: WMN AGH, IMN Gliwice, Tele-Fonika Kable Kraków i wykonawcą projektu CuBR jako ekspert pt.: „Opracowanie wysoko przewodzących i wysoko wytrzymałych rdzeni nośno-przewodzących do nisko-stratnych napowietrznych przewodów elektroenergetycznych na bazie stopów Cu-Ag” finansowanego przez NCBiR. Ponadto od 2005 r. brał udział w realizacji projektów związanych z unowocześnieniem technologii metalurgicznych w KGHM Polska Miedź S.A.:

- pieca Asarco, w zakresie spalania i utylizacji spalin oraz modernizacji strefy załadowczej,
- w pełnym zakresie hutnictwa miedzi, począwszy od analizy możliwości przerobu koncentratów z kopalni Lubin-Rudna z dodatkiem żużli po ołowiowych, w technologii brykietowania, bez użycia lepiszcza, aż po odzysk metali z odpadów, takich jak pyły i żużle,
- opracowanie metody odzysku cynku z pyłów Zn-Pb po przerobieniu materiałów ołowionośnych,
- intensyfikacji przerobu materiałów ołowionośnych pochodzących z żużla ołowiowego,
- opracowania technologii przetopu koncentratu miedzi pochodzącego z Zakładów Górniczych - Lubin w piecu TSL,
- kierownik w projekcie dotyczącym optymalizacji wytwarzania katod w ciągu technologicznym zastosowanym w KGHM Polska Miedź S.A.,
- jest Autorem wielu przedsięwzięć modernizacyjnych w spółce m. in. dotyczącej linii odlewniczej Hazalett i Contirod.

Ogółem Kandydat uczestniczył w realizacji 14 projektów naukowo-badawczych współpracując z jednostkami naukowymi i wzbogacając swoje umiejętności.

W 2005 r. odbył staż zagraniczny w Outokumpu Castform Oy (Pori — Finlandia), producenta linii technologicznych do odlewania ciągłego miedzi i jej stopów (*Upcast*), w tym, miedzi z cyną, magnezem i srebrem.

Współpracuje z takimi firmami zagranicznymi jak: NIKT Group GMBH (Niemcy), Prysmian Group (Włochy), Vincente Tor i Kolektor Group d.o.o. (Słowenia), Wieland i A.S.T.A. (Austria).

W 2014 r. dr P. Kwapisiński był ekspertem w European Copper Institute (Specjalistycznej Międzynarodowej Komisji Europejskiej), która zajmuje się przetwórstwem miedzi w ramach platformy: 4C Copper & Conductivity Platform, jako delegat merytoryczny ze strony KGHM Polska Miedź S.A., na obszar Unii Europejskiej.

Pozytywnie oceniam ten zakres aktywności naukowej Kandydata.

Dr inż. Piotr Kwapisiński poza pracą zawodową aktywnie uczestniczył w szkolnictwie zawodowym i wyższym. W tym okresie (od 1997 r.) też może pochwalić się znaczną aktywnością, tym cenniejszą, że wspartą długoletnim doświadczeniem zawodowym zdobytym w KGHM. Był wykładowcą w PWSZ w Głogowie (2004-2016), ale też współtwórcą

Instytutu i kierunku studiów Metalurgia w tej uczelni. Także prowadził wykłady i ćwiczenia w Wyższej Szkole Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi Oddział w Głogowie (2005-2009) i Instytucie Postępowania Twórczego w Łodzi Oddz. w Głogowie (2005-2008) przekazując wiedzę z materiałoznawstwa i informatyki oraz w Miedziowym Centrum Kształcenia Kadr w Lubinie (2001-2004) i szkolnictwie średnim. Szczęólnego podkreślenia wymaga Jego aktywność w tworzeniu szkolnictwa związanego z uruchomieniem (współautor wniosku do MENiS) w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Głogowie nowych kierunków kształcenia, czyli kierunku Inżynieryjnego o profilu Metalurgia oraz kierunku Metalurgia. Pracował m. in. w Miedziowym Centrum Kształcenia jako wykładowca przedmiotów Informatyka i Systemy Operacyjne oraz prowadził wykłady z Materiałoznawstwa, Odlewnictwa metali na studiach dziennych i wieczorowych. Uczestniczył aktywnie w pracach organizacyjnych dotyczących oceny pracy nauczycieli akademickich w PWSZ w Głogowie. Obecnie jest opiekunem praktyk studenckich. W 2013 -2015 r. był mentorem studenta AGH w konkursie „Kopalnia Talentów” w ramach konkursu KGHM i MNiSW. Obecnie jest opiekunem trzech pracowników KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Huta Miedzi „Głogów” na studiach podyplomowych „Miedziowi liderzy II”.

Pozytywnie oceniam aktywność dydaktyczną i organizacyjną Kandydata.

3. Wniosek końcowy

Na podstawie oceny i analizy dorobku w przedłożonej dokumentacji stwierdzam, że osiągnięcia naukowe oraz istotna aktywność naukowa dr. inż. Piotra Kwapisińskiego w zakresie dyscypliny Inżynieria Materiałowa spełniają wymagania określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 ze zm.) i na tej podstawie wnioskuję do Rady Naukowej dyscypliny Inżynieria Materiałowa Instytutu Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. A. Krupkowskiego Polskiej Akademii Nauk o nadanie Kandydatowi stopnia doktora habilitowanego.

