

Prof. dr hab. inż.
Józef Dańko
Profesor Honorowy AGH

Kraków 25.04.2020 r.

RECENZJA

osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej, a także osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych dr inż. Tomasza Szymczaka w związku z postępowaniem prowadzonym przez Radę Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie *nauk technicznych* w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn*

- 1) Podstawa opracowania: Zlecenie Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej nr W1D.12.2.2020 1) z decyzją Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów BCK-VI-L-1083/2019 z dnia 24.01.2020 o powołaniu do składu komisji habilitacyjnej.
- 2) Dokumentacja Kandydata przekazana przez sekretarza Komisji Habilitacyjnej Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej, zawierająca w załączeniu wszystkie konieczne informacje zgodnie z obowiązującą Ustawą, na podstawie decyzji nr. BCK-IV-L-10833/2019 Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów, z dnia 24 stycznia 2020.

I. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

1. Ocena tematu i zakresu

Technologia odlewania ciśnieniowego stopów aluminium wymaga harmonijnego sprzężenia dwóch głównych jego komponentów, to jest doboru stopu o odpowiedniej jakości i maszyny ciśnieniowej oraz formy, z optymalnym zespołem parametrów procesowych odpowiedzialnych za jakość odlewu, ocenianą głównie przez wartość uzyskanych właściwości mechanicznych odlewu, odpowiednią strukturę, zwartość, brak wad i inne cechy, szczególnie wymagane przy produkcji odlewów strukturalnych.

Najczęściej wykorzystywanym stopem aluminium w procesie odlewania ciśnieniowego np. bloków silnika jest EN AC-46000, czyli AlSi9Cu3(Fe). Jego

odpowiednikiem, według ASTM jest stop znany jako A380. Stop En AC-46000 jest tzw. stopem wtórnym, a więc powstaje najczęściej w procesie recyklingu, z dość znacznym udziałem złomu własnego, co w kolejnych cyklach powoduje destabilizację pierwotnego składu oraz spadek właściwości ciekłego metalu i w konsekwencji odlewów ciśnieniowych. Szereg odlewów stosowanych w budowie maszyn i technice motoryzacyjnej musi jednak spełniać rygorystyczne wymagania dotyczące właściwości mechanicznych. Osiągnięcie takich parametrów wymaga nie tylko zastosowania odpowiedniego stopu aluminium, gdyż standardowo używany $AlSi_9Cu_3(Fe)$ nie jest w stanie tego zagwarantować, ale również jego odpowiedniego przygotowania, ewentualnej obróbki cieplnej, ale także pełnej kontroli samego procesu technologicznego odlewania ciśnieniowego (ciśnienie prasowania, prędkości zapełniania formy w fazie I i II, czas narastania ciśnienia i czas krystalizacji, układy wlewowe i odpowietrzające, chłodzenie i smarowanie form etc.).

Doświadczenie naukowe zgromadzone przez Habilitanta w toku wieloletnich badań wieloskładnikowych siluminów podeutektycznych i Jego nowsze badania własne, dotyczące charakterystyki międzymetalicznych faz w podeutektycznych siluminach z dodatkiem pierwiastków wysokotopliwych wykazały, że osiągnięcie wyższych właściwości wytrzymałościowych i plastycznych w odlewach wytwarzanych pod ciśnieniem ze stopu $AlSi_9Cu_3(Fe)$ osiągnęło granicę, której pokonanie wymaga nowych stopów odlewniczych, które mogą być tworzone na bazie istniejących, sprawdzonych technicznie siluminów wieloskładnikowych.

Przegląd aktualnego stanu wiedzy dokonany przez Habilitanta ujawnił brak metodycznej analizy wpływu ilości i rodzaju badanych dodatków wysokotopliwych na właściwości mechaniczne siluminów odlewanych ciśnieniowo, opartej na dużym zbiorze danych, co pozwoliło na następujące sformułowanie celu osiągnięcia naukowego i zakresu prac.

"Dokonanie analizy wpływu rodzaju i ilości wprowadzanych do podeutektycznego siluminu odlewane pod ciśnieniem dodatków Cr, Mo, V i W na jego właściwości mechaniczne".

Przyjęty zakres prac obejmował:

- zbadanie wpływu pojedynczo i wspólnie wprowadzonych dodatków Cr, Mo, V i W na proces krystalizacji siluminu podeutektycznego w próbniku ATD,
- analizę mikrostruktury siluminu, zawierającego pojedynczo i wspólnie wprowadzone dodatki Cr, Mo, V i W, odlewane do formy skorupowej oraz pod ciśnieniem w warunkach produkcyjnych,
- zbadanie wytrzymałości na rozciąganie R_m , umownej granicy plastyczności $R_{p0,2}$, wydłużenia względnego A oraz twardości HB siluminów odlewanych pod ciśnieniem,
- dokonanie analizy statystycznej wpływu dodatków wysokotopliwych w siluminie na właściwości mechaniczne odlewów ciśnieniowych,
- określenie na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej właściwej zawartości dodatków wysokotopliwych w kontekście podwyższenia właściwości mechanicznych siluminu eutektycznego.

Podsumowując uważam że tematyka podjęta przez Habilitanta jest istotna, głównie ze względów poznawczych, ale również użytkowych. Wpisuje się ona w nurt aktualnych badań światowych, zmierzających do opracowania naukowych podstaw generowania nowych stopów, w tym przeznaczonych do odlewania ciśnieniowego na bazie siluminów poddecktycznych z dodatkami wysokotopliwych metali Cr Mo V i W.

O aktualności tematyki świadczą publikacje z wynikami badań prowadzonych w zagranicznych ośrodkach badawczych, praktycznie w tym samym czasie, w którym ukazywały się publikacje Habilitanta i współautorów oraz innych badaczy (Luo i inni - 2018 [166], Mahta i inni -2005 [173], Timelli i Bonollo -2010 [174], Ln i inni ;2019 [178], Sahoo i inni -2009 [180].

Przyjęty zakres pracy, który jest wielowątkowy również oceniam pozytywnie, uważając że stanowi on niezbędny etap naukowy, poprzedzający uzyskanie efektu synergii optymalnego składu i struktury nowych siluminów, w połączeniu z możliwościami maszyn ciśnieniowych nowej generacji, w celu uzyskania odlewów o podwyższonej jakości.

2. Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego

Dr inż. Tomasz Szymczak przedstawił jako główne osiągnięcie naukowe, uzyskane po nadaniu stopnia naukowego doktora, stanowiące znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej, autorską monografię oraz spójny cykl trzech publikacji pod wspólnym tytułem: **"Siluminy podeutektyczne z dodatkiem CrMoV i W przeznaczone do odlewania pod ciśnieniem części maszyn o podwyższonych właściwościach mechanicznych"**.

Tytuł załączonej monografii autorskiej jest następujący:

"Wpływ Cr, Mo, V i W na proces krystalizacji i właściwości mechaniczne siluminów podeutektycznych. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, w serii Monografie 2019, Łódź 2019. ISBN 978-83-7283-994-7. Nakład 50 egz. Recenzenci: prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Gawroński PŁ, dr hab. inż. Jarosław Piątkowski PŚl.

Cykl publikacji obejmuje prace:

1. Szymczak T., Szysmszal J., Gumienny G.: „Statistical methods used in the assessment of engineering. (2018) Vol. 18, Issue 1: 203-211, (MNiSW, lista B₂₀₁₈-15pkt.
2. Szymczak T., Szysmszal J., Gumienny G.: „Evaluation of the effect of the Cr, Mo, V and W content in an Al-Si alloy used for pressure casting on its proof stress", Archives of Foundry Engineering. (2018) Vol. i8, Issue 2: 105-111 (MNiSW, lista B₂₀₁₈ - 15 pkt.,
3. Szymczak T., Szysmszal J., Gumienny G.: „Evaluation of the effect of Cr, Mo, V and W on the selected properties of silumins", Archives of Foundry Engineering. (2018) Vol. 18, Issue 4: 78-82. (MNiSW, lista B₂₀₁₈ - 15 pkt).

Zgodnie z oświadczeniami Habilitanta i współautorów publikacji, Jego udział w wymienionych trzech pracach wynosi 60%.

Wymienione artykuły [B2], [B3] i [B4] zostały opublikowane w czasopismach znajdujących się na liście B₂₀₁₈, w grupie renomowanych czasopism indeksowanych na liście Journal Citation Reports (JCR). Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR) wynosi IF = 4,58. Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) jest równa 28, natomiast Indeks Hirsha według bazy Web of Science (WoS) h=3.

Przytoczone wskaźniki dorobku publikacyjnego dr inż. Tomasza Szymczaka są, w mojej ocenie, wystarczające w stopniu dostatecznym do uznania tego dorobku jako spełniającego kryteria ustawy o stopniach i tytule naukowym.

2.1. Ocena głównego osiągnięcia naukowego habilitanta

Opis osiągnięcia naukowego Habilitant przedstawił w autoreferacie oraz w załączonej monografii. Struktura monografii jest bardzo przejrzysta i uporządkowana, poprawnie przygotowana pod względem edycyjnym, z niewielką ilością drobnych błędów występujących w treści.

Monografia liczy 158 stron i zawiera wstęp i 5 rozdziałów tekstu podstawowego, ponadto ma 96 rysunków, 39 tabel, spis treści, spis literatury, wykaz ważniejszych oznaczeń oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Wykaz literatury zawiera 206 pozycji, w tym 17 współautorskich Habilitanta, czego 15 z jego nazwiskiem jako pierwszego autora.

Ponad 70 procent publikacji w czasopismach cytowanych w monografii było opublikowane w ostatnim dziesięcioleciu, co potwierdza aktualność omawianej tematyki. Zawartość dzieła obejmuje:

Rozdział 1. Wstęp - syntetyczne naświetlenie roli stopów odlewniczych w światowej produkcji odlewów przedstawione na tle ogólnej produkcji odlewów w latach 2009-2016. Brak w tym miejscu właściwego, zwyczajowo danego ogólnego nawiązania do treści zawartych w rozdziałach monografii, z jednoczesnym wskazaniem dla kogo jest monografia przeznaczona.

Rozdział 2. Analiza aktualnego stanu wiedzy

Przedstawiono charakterystyki dodatków stopowych, stosowane zabiegi uszlachetniające (rafinacja, modyfikacja), a także czynniki decydujące o przebiegu krystalizacji stopów i tworzeniu faz międzymetalicznych, w kontekście wpływu dużej szybkości krystalizacji stopu podczas odlewania ciśnieniowego, na zmniejszenie wielkości ziaren eutektyki i uzyskiwania zwartej morfologii stopów wieloskładnikowych za pomocą obróbki modyfikatorami z grupy lantanowców. Następnie scharakteryzowano powszechnie stosowane stopy oraz dodatki stopowe. W tym kontekście omówiono stan badań dotyczący wpływu pierwiastków wysokotopliwych Cr, Mo, V i W na krystalizację, mikrostrukturę i właściwości siluminów podeutektycznych, bazując na wykresach układów ich równowagi.

W podsumowaniu rozdziału 2 stwierdzono m.in., że "w stosunku do podeutektycznych siluminów zawierających Cr, Mo V i W odlewanych technologią ciśnieniową należy upatrywać możliwości podwyższenia ich właściwości mechanicznych".

Rozdział 3. Cel teza i zakres pracy

Zawiera opis badań własnych Habilitanta, rozpoczynający się od sformułowania celu i zakresu pracy (wcześniej przytoczonego *in extenso* w p. 3.1. niniejszej recenzji), a następnie tezę o następującej treści:

"Możliwe jest określenie na drodze analizy statystycznej zawartości dodatków wysokotopliwych (Cr, Mo, V i W), które spowodują wzrost właściwości mechanicznych siluminu podeutektycznego, przeznaczonego do ciśnieniowego odlewania wysoko obciążonych części maszyn."

Moim zdaniem, zamieszczona teza jest logicznym sformułowaniem części literaturowej, a zwłaszcza podsumowania rozdziału drugiego, zamieszczonego wcześniej.

Rozdział 4. Metodyka badań

Dla udowodnienia tezy postawionej w rozdz. 3 Habilitant przyjął wieloetapowy zakres pracy sformułowany również w p. 1 recenzji, do którego została opracowana oryginalna metodyka, obejmująca cztery następujące obszary badawcze:

1. Technologia topienia i wykonania odlewów,
2. Określenie podstawowych właściwości mechanicznych,
3. Badania metalograficzne,
4. Określenie budowy fazowej siluminu oraz składu chemicznego faz,
5. Analiza statystyczna.

Ogólne podsumowanie metodyki

Opisy zamieszczone w monografii utwierdzają mnie w przekonaniu, że stosowana metodyka, przyjęta przez Habilitanta w trakcie realizacji poszczególnych etapów spełniała wszystkie kryteria materiałowe, proceduralne, aparaturowe i pragmatyczne, odnośnie do przygotowania stopów w procesie metalurgicznym, pobierania prób i realizacji badań składu chemicznego, krystalizacji i budowy fazowej, określania właściwości mechanicznych stopów oraz badań w warunkach przemysłowych, podlegających odrębnym uwarunkowaniom. Stwierdzam że Habilitant, zarówno w monografii, jak również w swoich licznych pracach badawczych, których wyniki były publikowane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, stosował nowoczesne, zweryfikowane w świecie metody badań, dysponował analogiczną aparaturą i stosował prawidłowe procedury technologiczne.

Rozdział 5. Wyniki badań własnych

Badania własne opisane w kolejności dotyczyły:

- procesu krystalizacji i mikrostruktury siluminu wyjściowego EN AC-46000 (podrozd. 5.1),

- procesu krystalizacji mikrostruktury i właściwości siluminów z dodatkiem Cr, Mo, V i W (podrozdz. 5.2).

W badaniach odlewano próbki do analizy ATD pozwalające na określenie zmiany temperatury w czasie krystalizacji zalanych do skorupowej foremki stopu referencyjnego i sporządzonych na jego podstawie próbek do ich testowania przy zawartości jednego lub więcej dodatku pierwiastka wysokotopliwego. Na podstawie krzywych ATD określano szybkość stygnięcia $dt/d\tau$ w punktach charakterystycznych oraz efekty cieplne, charakteryzujące krystalizację określonych faz międzymetalicznych. Na sporządzanych zglądach dokonywano analizy mikrostruktury, badano wydzielanie faz detektorem z widmem EDS, sporządzano dyfraktogramy rentgenowskie. Przeprowadzone badania pozwoliły na ocenę wpływu dodatków wysokotopliwych na wielkość przyrostu temperatury początku krystalizacji określonego siluminu.

Nurt aplikacyjny badań obejmował wykonanie serii 15 odlewów z wykorzystaniem siluminów z powiększonym dodatkiem pierwiastków wysokotopliwych. Zamieszczony opis przygotowania stopu, zabiegów pozapieczowych i realizacji technicznej stron eksperymentu jest precyzyjny i nie budzi zastrzeżeń. Pewien niedosyt stwarza natomiast bardzo lapidarne zreferowanie samego procesu odlewania, przynajmniej krótkiej charakterystyki ewentualnych wad etc. Badania strukturalne i mechaniczne realizowane na próbkach pobranych z odlewów prowadzono analogicznie jak w przypadku stopów odlewanych do próbników w analizie ATD.

Rozdział 6. Ocena statystyczna wpływu dodatków wysokotopliwych na podstawowe właściwości mechaniczne badanego siluminu

Rozdział zawiera opisy:

- utworzenie bazy danych (podrozdz. 6.1),
- ocenę wpływu składu chemicznego na Sost_Suma (podrozdz.6.2),
- test analizy wariancji (ANOVA) dla efektów głównych (podrozdz.6.3),
- analizę wpływu czynników Cr_1, Mo_1, V_1 i W_1 na standaryzowane zmienne zależne Sost_Rm, Sost_Rp0,2, Sost_A oraz Sost_HB (podrozdz. 6.4).

Podstawę ilościowego opracowania danych pomiarowych przy użyciu dostępnych programów statystycznych stanowiło opracowanie bazy danych, w której jako zmienne niezależne przyjęto: a) zawartości chemicznej pierwiastków podstawowych, ujętych w normie PN-EN 1706 dla siluminu wyjściowego (referencyjnego) EN AC-2600, b) zawartości badanych dodatków wysokotopliwych, wprowadzanych do siluminu referencyjnego.

Do celów statystycznych zmienne te przekodowano na zmienne jakościowe (tzw. czynniki), które reprezentowały 9 stopniowo zwiększających się zawartości danego dodatku.

Zmienne zależne stanowiły podstawowe właściwości mechaniczne, uzupełnione o ich standaryzowane wartości, co pozwalało na transformację, umożliwiającą porównywanie średnich uzyskiwanych z różnych źródeł. W monografii zawarto charakterystyki statystyki opisowej zmiennych zależnych siluminu referencyjnego (bez dodatków wysokotopliwych), uwzględniające ich wartości określone empirycznie

(z doświadczenia), ich wartości średnie, oraz wartości standaryzowane. Algorytm określania wartości standaryzowanej danej zmiennej zależnej uwzględnia iloraz różnicy wartości empirycznej i jej wartości średniej odniesionej do odchylenia standardowego tej wielkości.

Jako jedną z głównych miar optymalizacji składu chemicznego badanego siluminu, ujmującą łączny wynik badanych zmiennych zależnych przyjęto sumę standaryzowanych wartości tych zmiennych oznaczoną *Sost_Suma*. W ten sposób oceniano wpływ składu chemicznego, dodatku badanych dodatków wysokotopliwych z wykorzystaniem wieloczynnikowej analizy regresji i korelacji, z eliminacją po każdym kroku zmiennej niezależnej o najmniejszym wpływie. Przeprowadzona próba dopasowania modelu do punktów empirycznych przy hipotetycznym założeniu zależności liniowej początkowo skończyła się niepowodzeniem, gdyż uzyskany poziom determinacji R^2 wyniósł 0,2163. Odrzucenie hipotezy o wpływie dało asumpt do wykorzystania wybranych zmiennych zależnych *Sost_Suma* w analizie ANOVA dla efektów głównych w układach wieloczynnikowych.

Wyniki przeprowadzonej analizy świadczą o tym, że każdy analizowany dodatek wysokotopliwy wprowadzony do siluminu w odpowiedniej ilości powoduje podwyższenie R_m , $R_{p0,2}$, A oraz HB , co w rezultacie pozwoliło na określenie preferowanej ilości danego dodatku wysokotopliwego w składzie stopu.

Podsumowane monografii

Dokonując oceny zawartości merytorycznej monografii stwierdzam, że stanowi ona główne osiągnięcie naukowe Habilitanta przedstawione w formie bardzo dobrze opracowanego kompendium o stopach Al.-Si, występującej mikrostrukturze, właściwościach oraz o tendencjach rozwojowych w zakresie doskonalenia jakości podeutektycznych siluminów z dodatkami wysokotopliwym. Te nowe stopy są przeznaczone do stosowania w budowie maszyn do wytwarzania odpowiedzialnych elementów odlewanych metodą ciśnieniową o wysokich właściwościach mechanicznych. Monografia prezentuje unikalne badania Autora, których oryginalne wyniki mają dużą wartość poznawczą w zakresie struktury i morfologii faz międzymetalicznych nowych stopów otwierając w zasadniczy sposób nowe możliwości aplikacyjne o spodziewanych efektach technicznych, i jak sądzę również ekonomicznych.

Stwierdzam, że pod względem formalnym został uzyskany zamierzony cel osiągnięcia naukowego i zrealizowany pełny zakres szeroko zaplanowanych empirycznych badań stopów i odlewów (vide p. 1 recenzji). Jednocześnie uznaję, że została wykazana słuszność sformułowanej tezy pracy (vide p. 2 recenzji), z wykorzystaniem własnych badań, nowoczesnej metodyki i aparatury, lecz przede wszystkim wysokiego poziomu i twórczego zastosowania zdobyczy analizy statystycznej do właściwej interpretacji bardzo dużej ilości wyników badań.

2.2. Ocena merytoryczna cyklu publikacji wykazanych przez Habilitanta

W trzech wskazanych publikacjach [B2], [B3] i [B4] Habilitant jest współautorem, z udziałem stanowiącym po 60% w każdej pracy. Tematyka i zawartość merytoryczna

prac jest zbieżna z określonymi tekstami monografii [B1], lecz pełniej uszczegółowia niektóre elementy tematu, zgodnie z wymaganiami określonego wydawnictwa.

W pracy [B2] opisano tworzenie bazy danych do analizy statystycznej oraz przedstawiono wyniki badania wpływu zawartości Cr, Mo, V i W na prezentowane wspólnie właściwości mechaniczne siluminu. Z kolei w pracy [B3] opisano wpływ zawartości badanych dodatków wysokotopliwych na umowną granicę plastyczności, natomiast pracę [B4] poświęcono prezentacji wpływu dodatków wysokotopliwych na rozciąganie R_m , wydłużenie względne A i twardość Brinella HB.

Zbiorowy charakter publikacji można wyjaśnić specyfiką tego rodzaju prac eksperymentalnych, których obsługa ze względu na szereg czynności odbywających się równolegle musi być realizowana zespołowo, zarówno ze względów merytorycznych (obsługa aparatury pomiarowej i laboratoryjnej), logistyki i skuteczności działania (bieżąca obsługa stanowisk badawczych), jak również bezpieczeństwa pracy (formalne uprawnienia do obsługi pieców do topienia, transportu ciekłego metalu oraz inne).

2.3. Wkład osiągnięć Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej

Określenie na drodze analizy statystycznej zawartości dodatków Cr, Mo, V i W, powodujących zwiększenie wytrzymałości na rozciąganie R_m , umownej granicy plastyczności $R_{p0,2}$, wydłużenia względnego A oraz twardości HB otrzymanych odlewów ciśnieniowych jest - moim zdaniem - słusznie uważane przez Habilitanta za jego największe osiągnięcie i wkład w rozwój dyscypliny Budowa i Eksploatacja Maszyn. Inne istotne osiągnięcia, postrzegane w tym aspekcie są następujące:

- opisanie oryginalnych wyników badań naukowych krystalizacji i właściwości mechanicznych siluminów podeutektycznych oraz opisanie zmian procesów krystalizacji jako wynik powstawania nowych faz pochodzących w wyniku wprowadzania do siluminu referencyjnego EN AC-46000 o znormalizowanym składzie dodatków Cr, Mo, V i W,
- przedstawienie rozszerzonych badań procesu krystalizacji stopu EN AC-4600 z dodatkami pierwiastków wysokotopliwych, identyfikacji mikrostruktury i charakterystyki metaloznawczej powstałych faz międzymetalicznych w warunkach krystalizacji próbek stopu w próbniku ceramicznym oraz zrealizowanym w warunkach produkcyjnych procesu ciśnieniowego odlewania wybranej grupy stopów,
- zastosowanie analizy statystycznej w formie analizy wariancji Anowa do opracowania prawdopodobieństwa połączonego wpływu badanych czynników na własności mechaniczne odlewów. Jest to aktualne i ważne zagadnienie naukowe, badane w ośrodkach naukowych na świecie, niedostatecznie jeszcze poznane, umożliwiające świadome wpływanie na zmiany właściwości mechanicznych odlewów wykonanych z badanych siluminów otrzymanych przez wprowadzanie do stopu referencyjnego (tutaj EN AC-4600) określonej ilości badanych dodatków metali wysokotopliwych. W aspekcie praktycznym otwiera to nowe możliwości potencjalnego wykorzystania badań do optymalizacji konstrukcji części maszyn odlewanych pod ciśnieniem z ulepszonych stopów siluminu podeutektycznego.

- wykazanie, że w przypadku siluminów odlewanych pod ciśnieniem, zawierających jednocześnie wprowadzane dodatki wysokotopliwe krystalizacja przebiega analogicznie do siluminów z pojedynczo wprowadzanymi Cr, Mo, V i W, co świadczy o braku synergicznego efektu wynikającego z połączenia poszczególnych oddziaływań, zarówno na proces krystalizacji, jak również na właściwości mechaniczne odlewów ciśnieniowych,
- wykorzystanie własnych badań do opracowania tabeli 21, sporządzonej dla zmiennej zawartości jednocześnie wprowadzonych dodatków wysokotopliwych (łącznie 54 stopy), nieodzownej do prognozowania właściwości wytrzymałościowych i plastycznych odlewów (kolejno R_m , $R_{p0,2}$, A, HB), w oparciu o rodzaj dodatku wysokotopliwego i jego zawartość procentową oraz odchyłeń standardowych dla każdej wielkości (σ_{R_m} , $\sigma_{R_{p0,2}}$, σ_A , σ_{HB}).

Na podstawie dokonanej analizy monografii habilitacyjnej i publikacji przedstawionych w osiągnięciu, a także wkładu osiągnięć dra inż. Tomasza Szymczaka w rozwój dyscypliny naukowej uważam, że spełniony jest wymóg dotyczący spójności tematycznej osiągnięć, ich oryginalności oraz istotnego wkładu w rozwój nauk technicznych w dyscyplinie „Budowa i Eksploatacja Maszyn”, w zakresie " *Siluminy podeutektyczne z dodatkiem Cr, Mo, V i W przeznaczone do odlewania pod ciśnieniem części maszyn o podwyższonych właściwościach mechanicznych*".

Reasumując stwierdzam, że w mojej opinii przedłożony do oceny tematycznie spójny tekst autorskiej monografii oraz cykl trzech publikacji [B1-B3]., dowodzi znaczących kwalifikacji naukowych Kandydata i odpowiada wymogom Ustawy stawianym pracom habilitacyjnym.

II. OPINIA O AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ I ZAWODOWEJ

1. Ocena dorobku naukowego Kandydata

Dr inż. Tomasz Szymczak urodził się 19 stycznia 1975 roku w Głównie. Studia wyższe magisterskie ukończył w roku 2002 z wynikiem celującym na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej uzyskując stopień mgra inż. na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn pod opieką naukową prof. nadzw. dra hab. inż. Andrzeja Jopkiewicza. W tym samym roku mgr inż. T. Szymczak podjął studia doktoranckie na swoim Wydziale, zakończone w roku 2007 obroną pracy doktorskiej pt. *"Model wzrostu powłoki na stopach żelaza otrzymywanej zanurzeniowo w kąpeli Al.-Si i jej połączenia z siluminem wieloskładnikowym"*.

Praca, wykonana pod promotorstwem prof. dra hab. inż. Stanisława Pietrowskiego uzyskała wysoką ocenę recenzentów w osobach: prof. dr hab. inż. Piotr Kula (PŁ) i prof. dr hab. inż. Edward Guzik (AGH).

Warto zauważyć, że jeszcze w trakcie studiów doktoranckich mgr inż. Tomasz Szymczak podjął bardzo aktywną współpracę z zespołem naukowym Katedry Systemów Produkcji PŁ (aktualnie Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji PŁ) pod opieką prof. S. Pietrowskiego, dotyczących rozszerzonych badań zanurzeniowego wytwarzania powłok ze stopów Al. na elementach ze stopów Fe. Efektem tego okresu czasu (2002-2007)) było współautorstwo ówczesnego doktoranta łącznie

w 8 publikacjach uzyskanych w *Archiwum Odlewnictwa* (6), *Inżynierii Materiałowej* (1) i *Material Science and Engineering* (1). Jego własny wkład do powstania tych publikacji był niezwykle owocny dla rozwoju doktoranta, zdobycia przezeń umiejętności pracy zespołowej i elementów pragmatyki pracy badawczej. Bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych Kandydat został zatrudniony na stanowisku adiunkta w Katedrze Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji PŁ, realizując aż do chwili obecnej typowe zadania pracownika naukowego, badacza i nauczyciela akademickiego

W późniejszym okresie dr inż. T. Szymczak aktywnie uczestniczył w pracach naukowych macierzystej Katedry, zarówno we współpracowywaniu koncepcji, jak i realizacji badań. Jako główny wykonawca brał udział w realizacji kilkunastu projektów naukowo-badawczych oraz samodzielnie kierował dwoma projektami badawczymi. Rezultatem tych prac było kilkadziesiąt publikacji naukowych, w których Kandydat jest głównym autorem i współautorem. W latach 2008-2019 był trzykrotnie delegowany z ramienia Politechniki Łódzkiej jako wykonawca do konsorcjów finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju NCBR.

Głównym obszarem działalności dr inż. Tomasza Szymczaka były przez szereg lat aktywności naukowej badania wieloskładnikowych siluminów podeutektycznych w aspekcie zmian procesu krystalizacji wywołanych powstawaniem faz międzymetalicznych w warunkach zmiany składu chemicznego i szybkości chłodzenia z projekcją na właściwości wytrzymałościowe oraz plastyczne stopów. Aktualnie, od siedmiu lat głównym obszarem działań naukowych Habilitanta jest odlewnictwo ciśnieniowe siluminów wieloskładnikowych, w tym badania charakterystyki międzymetalicznych faz w podeutektycznych siluminach z dodatkiem pierwiastków wysokotopliwych, w aspekcie opracowania nowej generacji stopów o wysokich własnościach mechanicznych do ciśnieniowego wytwarzania odlewów.

Dr inż. Tomasz Szymczak także aktywnie uczestniczył w prezentacjach wyników badań na konferencjach międzynarodowych i krajowych. Kandydat ma znaczące osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki oraz liczny dorobek związany z opieką naukową nad studentami.

W swoim dorobku naukowym Habilitant w ocenianym okresie po doktoracie, był współautorem 35 publikacji w tym współautorem 4 publikacji naukowych w czasopismach z listy JCR, współautorem 4 publikacji z listy A wykazu MNiSW. Sumaryczny Impact Factor dla tych publikacji wynosi $IF = 4,584$. Liczba publikacji z listy B wykazu MNiSW wynosi 21.

Nie objęta punktacją MNiSW jest publikacja [II.E.37], 3 publikacje są w monografiach oraz 3 w materiałach konferencyjnych indeksowanych w Web of Science.). Sumaryczna liczba punktów wg wykazu MNiSW wynosi 45pkt dla osiągnięcia habilitacyjnego i 382 pkt. dla publikacji po doktoracie oraz 436 dla wszystkich publikacji.

Lista cytowań wg. bazy Web of Science (WoS) wynosi 28. Zamieszczone w dokumentacji Habilitanta sumaryczne zestawienie kryteriów osiągnięć, w niektórych przypadkach stwarzały mi problem z odniesieniem do danych w zał. 3, stąd podaję je zgodnie z otrzymanymi w dokumentacji.

Należy podkreślić, że działalność naukowa i naukowo-badawcza Habilitanta, która nie jest formalnie uwidoczniiona w postaci zgromadzonych punktów oceny międzynarodowej, a jednocześnie określa jego wysoką aktywność, umiejętności i kompetencje ważne do funkcjonowania w środowisku uprawianej dyscypliny naukowej, także powinny być traktowane jako osiągnięcia, związane z prawidłowym kształtowaniem rozwoju naukowego pracownika naukowego i nauczyciela akademickiego. Osiągnięcia Habilitanta postrzegane w tym aspekcie, obejmują po doktoracie:

- wygłaszanie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych (grupa [II.L]) -17 pozycji,
- aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych (grupa [III.B]) - 10 pozycji,
- kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach (grupa [II.J]) - 10 pozycji, w tym 8 w charakterze wykonawcy, 2-główny wykonawca, kierownik zadań badawczych,
- zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne (grupa [L]), do których należy zaliczyć:
 - kierowanie w latach 2001-2018 (i realizacja) 8 projektami badawczymi w ramach środków na badania statutowe i własne Wydziału Mechanicznego PŁ, z czego 4 projekty były ściśle związane z realizacją habilitacji,
 - współautorstwo, z 60% udziałem Habilitanta, uzyskanego patentu o zasięgu światowym chroniącego wynalazek siluminu z dodatkiem wolframu do odlewania ciśnieniowego (publ.EP 3184659 A1),
 - współautorstwo zgłoszenia wynalazku na sposób wytwarzania stopów magnezu z dodatkami stopowymi pierwiastków o temperaturze topnienia wyższej od 650 C i gęstości większej od 1.737 g/cm³ (nr. P-423323),
 - opracowanie zespołowe dotyczące aplikacji do produkcji partii 15 odlewów bocznej płyt pokrywy obudowy rolet metodą odlewania ciśnieniowego siluminu wieloskładnikowego z dodatkiem Cr, Mo, V i W zrealizowane w ramach realizacji zadania badawczego w ramach projektu nr UDA-POIG.01.04.00-10-079/12,
 - udział Habilitanta w charakterze wykonawcy lub głównego wykonawcy z ramienia Politechniki Łódzkiej w konsorcjach i sieciach badawczych w ramach projektów 3 projektów finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju,
 - opieka naukowa w charakterze promotora pomocniczego, 1 osoba,
 - kierownictwo 8 ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie (grupa [III.M]).

**SUMARYCZNE ZESTAWIENIE KRYTERIÓW OSIĄGNIĘĆ
WNIOSKODAWCY**

wg Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

L.p.	Kryterium według §3 p.4, §4 i §5	TAK (liczba)/BRAK
1.	Publikacje naukowe w czasopismach z bazy Journal Citation Reports (JCR)	TAK (4)
2.	Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne	TAK (1)
3.	Udzielone patenty: a) międzynarodowe b) krajowe	TAK (2) a) 1 b) 1
4.	Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach	BRAK
5.	Monografie, publikacje naukowe w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie JCR	TAK (38)
6.	Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz	TAK (3)
7.	Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports(JCR), zgodnie z rokiem opublikowania:	TAK (4,58)
8.	Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS):	TAK (28)
9.	Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS)	TAK (3)
10.A	Kierowanie projektami badawczymi: a) międzynarodowymi b) krajowymi	TAK (2) a) 0 b)2
10.B	Udział w projektach badawczych: a) międzynarodowych b) krajowych	TAK (13) a) 0 b) 13
11.	Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową	BRAK
12.	Wygłoszenie referatów na tematycznych konferencjach a) międzynarodowych b) krajowych	TAK (21) a) 21 b) 0
13.	Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych	TAK (3)
14.	Aktywny udział w konferencjach naukowych: a) międzynarodowych b) krajowych	TAK (10) a)10b) 0

15.	Udział w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych: a) międzynarodowych b) krajowych	TAK (16) a) 16 b) 0
16.	Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż wymienione wyżej	TAK (12)
17.	Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	TAK (3)
18.	Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z: a) naukowcami z innych ośrodków polskich, b) naukowcami z ośrodków zagranicznych, c) przedsiębiorcami, innymi niż wymienione wyżej	BRAK
19.	Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	BRAK
20.A	Członkostwo w międzynarodowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych a) ogółem b) w tym z wyboru	BRAK
20.B	Członkostwo w krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych a) ogółem b) w tym z wyboru	TAK (2) a) 2 b) 0
21.	Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki	TAK (2)
22.	Opieka naukowa nad studentami	TAK (25)
23.	Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze: a) opiekuna naukowego b) promotora pomocniczego	TAK (1) a) 0 b) 1
24.	Stáže w ośrodkach naukowych lub akademickich: a) zagranicznych b) krajowych	BRAK 8
25.	Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie	TAK (7)
26.	Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	TAK (1)
27.	Recenzowanie projektów: a) międzynarodowych b) krajowych	BRAK
28.	Recenzowanie publikacji w czasopismach: a) międzynarodowych b) krajowych	TAK (8) a) 2 b) 6
29.	Inne osiągnięcia	TAK (13)
	Łącznie liczba spełnionych kryteriów:	22/29

Dzięki uzyskanemu dorobkowi Habilitant stał się naukowcem znanym w środowisku, posiadającym autorytet, o czym świadczy powoływanie do gremiów opiniodawczych wydawnictw naukowych.

Podsumowując stwierdzam, że aktywność i przedstawiony całościowo dorobek naukowy dra inż. Tomasza Szymczaka jest wartościowy, wykazuje spójność tematyczną, i harmonijne połączenie prac o charakterze teoretycznym z eksperymentalnymi. Oceniam, że jest wystarczający i spełniający wymogi ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym.

Ocena osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych Habilitanta

Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne na 2 wydziałach Politechniki Łódzkiej. Na macierzystym Wydziale Mechanicznym prowadzi zajęcia laboratoryjne, projekty i konsultacje na 8 różnych kierunkach, obejmujące łącznie 25 przedmiotów na I i II stopniu studiów. Na Wydziale Organizacji i Zarządzania prowadzi 1 przedmiot obieralny/laboratorium. Pod względem tematyki można dokonać następującego pogrupowania prowadzonych przez Habilitanta zajęć:

- przedmioty informatyczne i związane z komputeryzacją procesów (Informatyka, Komputerowe Wspomaganie Prac Inżynierskich, Symulacja Komputerowa, Technologie Informacyjne),
- przedmioty materiałoznawcze i technologiczne (Nowoczesne Materiały i Technologie, Nauka o Materiałach, Odlewnictwo, Przetwórstwo Tworzyw Sztucznych, Technologie Materiałowe, Urządzenia Technologiczne),
- przedmioty projektowe (Podstawy Projektowania Inżynierskiego, Prace przejściowe I i II z projektowania),
- przedmioty Ekologia i Zarządzanie Środowiskiem).

Habilitant jest autorem i współautorem opracowanych do zajęć materiałów dydaktycznych w formie programów przedmiotów oraz programów zajęć laboratoryjnych. Z doskonaleniem procesu kształcenia był związany od szeregu lat, najpierw jako sekretarz Komisji Egzaminu Dyplomowego na 2 kierunkach studiów, a następnie jako członek Komisji Dydaktycznej PŁ w latach 2012- nadal.

Jest nauczycielem akademickim systematycznie podnoszącym swoje kwalifikacje, potwierdzone dyplomami ukończenia wielu kursów specjalistycznych z zakresu szkolenia i obsługi licznych wersji programu MAGMA (10 kursów na przestrzeni 2010-2014) i innych, poprzedzonych kursem doskonalenia pedagogicznego dla asystentów PŁ.

Habilitant był promotorem 13 prac, pełnił funkcję konsultanta naukowego 2 prac magisterskich i opiekę - w charakterze promotora pomocniczego 1 pracy doktorskiej.

Uzyskał nominację na Najlepszego Nauczyciela r.a 2015/2016 na Wydziale Mechanicznym PŁ, na którym został także laureatem Nagrody dla Najlepszego Nauczyciela Roku 2016/17, na kierunku Inżynieria Produkcji PŁ, przyznanej przez Wydziałową Radę Studentów. Wyrazem uznania władz PŁ, dla wybitnej działalności dydaktycznej Habilitanta było siedmiokrotne przyznanie mu nagrody JM Rektora w latach 2011-2017.

Podsumowując działalność Kandydata w obszarze dydaktyki można uznać za zasługującą na ocenę bardzo dobrą.

Działalność organizacyjna Kandydata koncentruje się na przedsięwzięciach na Wydziale Mechanicznym PŁ, w jego otoczeniu, a także na płaszczyźnie współpracy międzynarodowej. Jego aktywność, w środowisku uprawianej dyscypliny naukowej obejmuje:

- 16 krotne członkostwo komitetu organizacyjnego międzynarodowych konferencji "Optymalizacja Systemów Produkcyjnych w Odlewniach" prowadzona nieprzerwanie od roku 2003 do 2018.
- 10 krotne kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach 8 w charakterze wykonawcy, głównego wykonawcy, kierownika zadań badawczych,
- 8 krotne kierowanie w latach 2001-2018 projektami badawczymi w ramach środków na badania statutowe i własne Wydziału Mechanicznego PŁ,
- 3 krotny udział Habilitanta w charakterze wykonawcy lub głównego wykonawcy z ramienia Politechniki Łódzkiej w konsorcjach i sieciach badawczych w ramach projektów 3 projektów finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju,
- organizacja procesu dydaktycznego, w tym opieka naukowa w charakterze promotora pomocniczego (1 osoba),
- kierownictwo 8 ekspertyz lub innych opracowań.

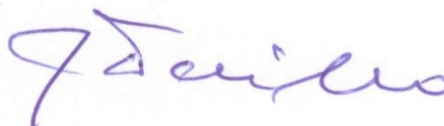
Habilitant jest członkiem zespołu eksperckiego do opracowania raportu w ramach projektu POIG dotyczącego wsparcia dla Instytucji otoczenia Biznesu.

III. WNIOSEK KOŃCOWY

W wyniku analizy osiągnięcia naukowego, który stanowi monografia autorska oraz cykl wybranych publikacji jak również aktywności naukowej dra inż. Tomasza Szymczaka mogą stwierdzić, że Kandydat:

- zgromadził dorobek naukowy znacząco powiększony po doktoracie,
- wybrał temat rozprawy ważny dla rozwoju teorii procesu i technologii krzepnięcia wieloskładnikowych siluminów podeutektycznych z dodatkami Cr, Mo, V i W do ciśnieniowego wytwarzania odlewów o podwyższonych właściwościach mechanicznych,
- przyjął wystarczająco szeroki zakres zagadnień i rozwiązał wiele istotnych problemów związanych z krzepnięciem badanych odlewów w warunkach wysokiego ciśnienia i kontrolowanego kształtowania morfologii i mikrostruktury stopów oraz właściwości odlewów, co ma duże znaczenie naukowe, ale i praktyczne zarazem.
- wykazał się twórczymi osiągnięciami opracowując nową oryginalną metodykę badania krystalizacji wieloskładnikowych siluminów z dodatkami pierwiastków wysokotopliwych, a także wieloczynnikowej analizy wariancji Anova do prognozowania właściwości stopów do odlewania ciśnieniowego.

Wyżej wymienione elementy pozwalają wyrazić przekonanie, że złożony wniosek jest kompletny pod względem formalnym i merytorycznym oraz że odpowiada wymogom stawianym w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U nr 65 poz. 595 z 14 marca 2003 roku ze zmianami) w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn. **W związku z powyższym wnioskuję do Komisji Habilitacyjnej powołanej przez Centralną Komisję ds. Stopni i Tytułów o wystąpienie do Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej o nadanie dr inż. Tomaszowi Szymczakowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Technicznych.**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Szymczak', is centered on the page.