

**Autoreferat do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego prezentujący
działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną habilitanta**

Dr inż. Tomasz Rzychoń

Politechnika Śląska

Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii

Instytut Nauki o Materiałach

Katowice 2018

Spis treści:

1. Imię i nazwisko	3
2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	3
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2. Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.)	4
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
4.2. Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	4
5. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze	11
5.1. Działalność naukowa prowadzona przed doktoratem	11
5.2. Działalność prowadzona po uzyskaniu doktoratu	12
6. Podsumowanie osiągnięć badawczych.....	19

1. Imię i nazwisko

Tomasz Rzychoń

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

2004 magister inżynier,

kierunek Inżynieria Materiałowa, specjalność Materiały Metaliczne
Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu
Temat pracy magisterskiej: „Wpływ cyklu cieplnego spawania na strukturę i właściwości stali typu duplex”
Promotor: dr inż. Stanisław Lalik

2009 doktor nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa

Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii
Temat rozprawy doktorskiej: „Struktura i właściwości odlewniczego stopu magnezu AE44”;
Promotor: Prof. dr hab. inż. Jan Cwajna,
Recenzenci: prof. dr hab. inż. Marek Hetmańczyk
Prof. dr hab. inż. Jarosław Mizera

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 01.12.2004-30.03.2009 **Politechnika Śląska**
Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii,
Stanowisko: doktorant dziennych studiów doktoranckich
- 01.04.2009-01.06.2010 **Politechnika Śląska**
Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii,
Stanowisko: asystent
- 01.06.2010-nadal **Politechnika Śląska**
Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii,
Stanowisko: adiunkt

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2. Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe, uzyskane po uzyskaniu stopnia doktora, stanowiące znaczący wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Materiałowa, określone w Ustawie o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami **wskazuję autorską monografię pt:**

„Stopy Mg-Al-Ca-Sr przeznaczone do odlewania grawitacyjnego do form piaskowych. Struktura, właściwości i mechanizmy umocnienia”

Gliwice 2018

ISBN 978-83-7880-550-2

4.2. Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Stopy magnezu ze względu na niski ciężar właściwy są atrakcyjnym materiałem dla tych gałęzi przemysłu, w których istotne znaczenie ma niski ciężar gotowego wyrobu. Intensywny rozwój stopów magnezu rozpoczął się w latach dwudziestych XX w. Wówczas rozpoczęto stosowanie stopów Mg w przemyśle samochodowym i lotniczym. Największe zastosowanie znalazły odlewnicze stopy Mg takie jak AZ91 (Mg-9Al-1Zn), AM50 (Mg-5Al-0,5Mn), AM60 (Mg-6Al-0,5Mn). Istotną wadą ograniczającą szerokie zastosowanie stopów magnezu z aluminium jest niska temperatura pracy (~120°C). Na początku lat 70 XX w. podjęto działania związane z opracowaniem odlewniczych stopów Mg o podwyższonej odporności na pełzanie. Efektem tych prac jest zwiększenie maksymalnej temperatury pracy ze 120°C do 200°C dla stopów Mg odlewanych ciśnieniowo i do 300°C w przypadku stopów Mg odlewanych grawitacyjnie. Poprawa odporności na pełzanie tych stopów wynika z wprowadzenia dodatków stopowych w postaci metali ziem rzadkich RE (Ce, La, Nd, Gd, Y). Obecność deficytowych metali ziem rzadkich powoduje jednak wyższy koszt wytwarzania stopów Mg. Podejmowane są więc działania mające na celu zastąpienie stopów Mg z metalami ziem rzadkich ekonomiczniejszymi stopami o zbliżonych właściwościach.

Głównym moim zagadnieniem badawczym po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych było prowadzenie badań **ukierunkowanych na opracowanie nowych stopów magnezu przeznaczonych do odlewania grawitacyjnego do form piaskowych**, które mogą być zamiennikami stopów magnezu z dodatkami metali ziem rzadkich. Wybór tego zagadnienia badawczego wynika z doświadczeń nabytych we współpracy z odlewniami produkującymi elementy ze stopów magnezu i z badań realizowanych w Instytucie Inżynierii

Materiałowej na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej, w którym od ponad 10 lat prowadzone są badania mikrostruktury, właściwości mechanicznych i technologicznych odlewniczych stopów magnezu.

Moimi głównymi osiągnięciami, świadczącymi o istotnym wkładzie w rozwój dyscypliny *Inżynieria Materiałowa* są wyniki badań struktury, właściwości mechanicznych i technologicznych stopów magnezu z dodatkami Si, Mn, Sn, Al, Ca i Sr, które doprowadziły do **określenia czynników strukturalnych decydujących o umocnieniu i stabilności mikrostruktury w temperaturze otoczenia i podwyższonej stopów magnezu**. Umożliwiło to opracowanie lekkich stopów magnezu Mg-Al-Ca-Sr, które po odlewaniu grawitacyjnym do form piaskowych mogą stanowić zamiennik dla stopu magnezu EZ33 (Mg-(2-3%)Zn-(2,5-4%)RE-(0,4-1%)Zr) z dodatkami metali ziem rzadkich. Stop EZ33 znalazł zastosowanie na niektóre elementy w przemyśle lotniczym.

Od stopów magnezu, które mogłyby być stosowane jako zamiennik stopów magnezu z dodatkami metali ziem rzadkich wymaga się przede wszystkim wysokiej wytrzymałości właściwej, trwałości, odporności na pełzanie w zakresie temperatury 150-250°C i odporności korozyjnej. Cechy te są ściśle związane ze stosowaniem dodatków stopowych w ilościach niezwiększających znacząco ciężaru właściwego oraz z uzyskaniem umocnienia roztworowego, wydzieleniowego i granicami ziaren oraz stabilnością mikrostruktury i właściwości mechanicznych w temperaturze podwyższonej.

Kluczowym elementem prowadzonych przeze mnie badań było uzyskanie struktury, która zagwarantuje uzyskanie dobrej odporności na pełzanie do temperatury 200°C. Dobrą odporność na pełzanie można uzyskać wówczas, gdy fazy międzymetaliczne decydujące o umocnieniu stopów magnezu mają temperaturę topnienia wyższą od około 700°C, stąd przy doborze składu chemicznego nowych stopów uwzględniłem te pierwiastki, które spełniają kryterium tworzenia stabilnych, wysokotopliwych faz międzymetalicznych. Do takich dodatków stopowych można zaliczyć: Ca, Sr, Ba, Mn, Cu, Si, Sn, Sb, Bi. W przeprowadzonych badaniach nad stopami, w których jako główne dodatki stopowe zastosowano Sn i Si, nie uzyskano jednak zadowalających efektów. W przypadku stopów z cyną uzyskano korzystne właściwości mechaniczne w temperaturze otoczenia ($R_m \sim 190$ MPa), jednak odporność na pełzanie w temperaturze do 200°C nie jest wystarczająca (prędkość pełzania rzędu 10^{-7} 1/s przy naprężeniu 60 MPa). Wynika to niekorzystnej zależności krystalograficznej wydzielen Mg_2Sn względem osnowy, które blokowały dyslokacje tylko w podstawowych systemach poślizgu. Zauważyć należy, że wprowadzenie Sn powoduje także znaczne zwiększenie ciężaru właściwego stopów magnezu. W przypadku stopów o wysokiej zawartości krzemu, oprócz problemów technologicznych związanych z ich wysoką temperaturą topnienia, uzyskano niskie właściwości mechaniczne w temperaturze otoczenia i podwyższonej. Spowodowane to było niekorzystną morfologią i gruboziarnistością wydzielen pierwotnych Mg_2Si . Próby modyfikacji mające na celu rozdrobnienie fazy Mg_2Si nie przyniosły pożądanych rezultatów.

Zadowalające efekty uzyskano natomiast w przypadku stopów Mg-Al-Ca-Sr, co przedstawiłem w autorskiej monografii pt. „Stopy Mg-Al-Ca-Sr przeznaczone do odlewania grawitacyjnego do form piaskowych. Struktura, właściwości i mechanizmy umocnienia”. Monografia habilitacyjna wpisuje się w zakres badań wykonywanych w projekcie „ZAMAT” realizowanego w latach 2010-2015 w ramach konsorcjum złożonego

z ośmiu ośrodków naukowo-badawczych, w którym kierowałem zadaniem badawczym III.1 pt. „**Odlewanie grawitacyjne nowoczesnych stopów magnezu z dodatkiem metali ziem alkalicznych**” (zał. nr 3, III.F.1).

Celem prowadzonych badań było poprawienie właściwości mechanicznych stopów Mg-Al-Ca-Sr w temperaturze otoczenia. Po odlewaniu grawitacyjnym do form piaskowych stopy te, ze względu na gruboziarnistą strukturę, uzyskują niskie właściwości mechaniczne w temperaturze otoczenia ($R_m \sim 100-130$ MPa, $R_{p0,2} \sim 70-80$ MPa, $A_5 \sim 1-3\%$) i nie mogą znaleźć praktycznego zastosowania. Przeprowadzone badania wykazały, że po zastosowaniu modyfikacji ciekłego stopu i uzyskaniu drobnoziarnistej mikrostruktury możliwe jest poprawienie właściwości mechanicznych w temperaturze otoczenia. Biorąc pod uwagę fakt, że składniki stopowe tworzą fazy międzymetaliczne o dużej stabilności składu chemicznego i morfologii w podwyższonej temperaturze to poprzez odpowiedni dobór zawartości dodatków stopowych można uzyskać efekty umocnienia wydzieleniowego i umocnienia roztworowego, a przez to możliwe jest również uzyskanie wymaganej odporności na pełzanie do temperatury 200°C.

Celem prowadzonych badań było **uzyskanie drobnoziarnistej struktury charakteryzującej się ciągłą siatką wydzieleni faz stabilnych w podwyższonej temperaturze, drobnymi wydzieleniami wewnątrz roztworu stałego α -Mg i przesyconym pierwiastkami stopowymi roztworem stałym**. Ciągła siatka wydzieleni utrudnia poślizg po granicach ziaren roztworu stałego α -Mg, który jest dominującym mechanizmem odkształcenia stopów magnezu podczas pełzania w temperaturze do 200°C. Drobne wydzielenia wewnątrz roztworu stałego α -Mg, przyczyniają się do blokowania ruchu dyslokacji w temperaturze otoczenia i podwyższonej. Obecność pierwiastków stopowych rozpuszczonych w roztworze stałym będzie zwiększać wartości krytycznego naprężenia poślizgu przyczyniając się do zwiększenia właściwości mechanicznych stopów Mg-Al-Ca-Sr. Uzyskanie takiej struktury jest możliwe poprzez odpowiedni dobór zawartości składników stopowych, dlatego istotnymi celami poznawczymi prowadzonych badań, które przyczyniły się do poszerzenia wiedzy w tym obszarze, było:

- określenie wpływu pierwiastków stopowych na strukturę i właściwości stopów Mg-Al-Ca-Sr odlewanych grawitacyjnie do form piaskowych,
- ocena możliwości modyfikacji ciekłego stopu w celu uzyskania drobnoziarnistej struktury,
- określenie wpływu obróbki cieplnej na strukturę i właściwości stopów Mg-Al-Ca-Sr odlewanych grawitacyjnie do form piaskowych,
- określenie stabilności składu chemicznego i morfologii faz w podwyższonej temperaturze,
- analiza zjawisk strukturalnych oddziaływujących na umocnienie odlewniczych stopów Mg-Al-Ca-Sr.

Wyniki badań uzyskane w ramach projektu (zał. nr 3, III.F.1) i przedstawione w monografii pozwoliły na pełną, jak dotąd jedyną charakterystykę mikrostruktury, właściwości mechanicznych w temperaturze otoczenia i podwyższonej oraz właściwości technologicznych stopów Mg-Al-Ca-Sr.

Efektom prowadzonych prac było **opracowanie wytycznych odlewania grawitacyjnego do form piaskowych stopów Mg-Al-Ca-Sr** na podstawie badań (zał. nr 3, III.F.1) obejmujących określenie lejułości, skurczu odlewniczego (wyniki opublikowano tylko w raportach z projektu), wyznaczenie temperatury krzepnięcia, dobór temperatury odlewania i czasu mieszania ciekłego metalu. Przeprowadzone badania umożliwiły wytworzenie stopów zawierających od 5 do 9% Al, od 1 do 3% Ca, ok. 0,7% Sr i z mikrodotadkiem Mn (tab. 1). Skład chemiczny stopów do badań dobrano w taki sposób, aby uzyskać zróżnicowanie w składzie fazowym i udziale objętościowym faz międzymetalicznych.

Tabela 1. Skład chemiczny stopów Mg-Al-Ca-Sr w % mas.

Oznaczenie	Al	Ca	Sr	Mn	Si	Mg
AXJM51	4,63	1,19	0,71	0,26	0,42	Reszta
AXJM53	5,1	2,96	0,69	0,15	0,25	Reszta
AXJM71	7,06	1,13	0,72	0,12	0,55	Reszta
AXJM73	7,27	2,91	0,70	0,12	0,21	Reszta
AXJM91	9,15	0,98	0,91	0,24	0,35	Reszta
AXJM93	8,46	2,59	0,60	0,22	0,36	Reszta

Po odlewaniu grawitacyjnym do form piaskowych stopy Mg-Al-Ca-Sr charakteryzują się gruboziarnistą strukturą. Dodatkowo, zwiększenie zawartości wapnia powoduje wzrost średniej średnicy ziarna roztworu stałego i zwiększenie udziału objętościowego kruchych i twardych faz Lavesa. Niezbędne było zatem przeprowadzenie zabiegów mających na celu uzyskanie struktury o mniejszym ziarnie roztworu stałego α -Mg. Spośród kilku zastosowanych modyfikatorów (ZnO, Sn, C) zadowalające efekty uzyskano stosując dodatek 0,3% C, który powoduje powstawanie w ciekłym metalu węgla Al_4C_3 stanowiącego heterogeniczny zarodek krystalizacji ziaren α -Mg. Zastosowanie węgla jako modyfikatora ciekłego stopu pozwala na rozdrobnienie struktury i zwiększenie wytrzymałości na rozciąganie w temperaturze otoczenia o około 20-30% i wydłużenia o około 80% ($R_m \sim 130-175$ MPa, $R_{p0,2} \sim 100-115$ MPa, $A_5 \sim 2-3\%$). Są to właściwości porównywalne z właściwościami mechanicznymi stopu EZ33 ($R_m \sim 120-160$ MPa, $R_{p0,2} \sim 80-95$ MPa, $A_5 \sim 3\%$), dla którego stopy Mg-Al-Ca-Sr mogą być zamiennikiem.

Zastosowanie obróbki cieplnej badanych stopów polegającej na starzeniu w 200°C nie pozwala na wyraźną poprawę właściwości mechanicznych w temperaturze otoczenia i podwyższonej. Wprawdzie w stopach o zawartości 3% Ca po starzeniu w 200°C zachodzi proces wydzielenia płytkowej fazy Al_2Ca (C15), jednak nie powoduje on wyraźnego zwiększenia wytrzymałości i odporności na pełzanie w 200°C. Wynika to ze zbyt małej intensywności wydzielania fazy Al_2Ca w ziarnach roztworu stałego α -Mg. Jedynie w przypadku stopu AXJM91 (Mg-9Al-1Ca-0,7Sr) obserwuje się wzrost właściwości wytrzymałościowych, jednak odporność na pełzanie nie ulega poprawie do poziomu umożliwiającego praktyczne zastosowanie.

Interesujących wyników dostarczyły badania mechanizmów pełzania badanych stopów, w których zastosowano transmisyjną mikroskopie elektronową i analizę potęgowego prawa pełzania. W przypadku stopów zawierających 1% Ca stwierdzono, że dominującym

mechanizmem pełzania w temperaturze 180°C jest wspinanie dyslokacji. W stopach zawierających 3% Ca wartości energii aktywacji procesu pełzania ustalonego (Q_c) wskazują, że odkształcenie plastyczne podczas pełzania jest kontrolowane przez dyfuzję rurkową. Poślizg po granicach ziaren, który w stopach Mg-Al-Ca-Sr odlewanych ciśnieniowo, wnosi istotny wkład w odkształcenie podczas pełzania, w stopach odlewanych grawitacyjnie odgrywa rolę marginalną ze względu na mniejszą powierzchnię granic ziaren oraz obecność ciągłej siatki wydzielen fazy międzymetalicznych.

Wyniki badań strukturalnych stanowiły podstawę do określenia mechanizmów umocnienia badanych stopów. Wykazano, że dobrą odporność na pełzanie w temperaturze 200°C stopy zawierające 3% Ca zawdzięczają:

- 1) Umocnieniu roztworowemu spowodowanym przez obecność Al w sieci krystalicznej roztworu stałego α -Mg.
- 2) Obecności płytkowych wydzielen fazy Al_2Ca typu C15 blokujących ruch dyslokacji w płaszczyznach poślizgu aktywowanego cieplnie (piramidalnych i pryzmatycznych).
- 3) Ciągłej siatce wydzielen wysokotopliwych faz Lavesa $(Al,Mg)_2Ca$ typu C36 i $(Mg,Al)_2Ca$ typu C14, a także fazy międzymetalicznych $(Mg,Al)_{17}Sr_2$, $(Mg,Al)_4Sr$. Pomimo ich niekorzystnego wpływu na właściwości mechaniczne w temperaturze otoczenia, charakteryzują się wysoką temperaturą topnienia oraz stabilnością składu chemicznego i morfologii w temperaturze 200°C. Utrudniają poślizg po granicach ziaren. W ich sąsiedztwie następuje spiętrzanie dyslokacji, umożliwiając zachodzenie rekrytalizacji dynamicznej w temperaturze zbliżonej do 200°C i opóźniając zarodkowanie mikropęknięć. Także płytkowa morfologia eutektyk α -Mg+C36, α -Mg+C14 i α -Mg+ $(Mg,Al)_4Sr$ utrudnia rozprzestrzenianie się pęknięć podczas pełzania.

Korzystnie na właściwości mechaniczne w temperaturze otoczenia wpływa rozdrobnienie ziarna, umocnienie roztworowe i obecność fazy $Mg_{17}Al_{12}$. Wydaje się, że korzystny wpływ na umocnienie roztworowe badanych stopów wywiera Sr, który powoduje zwiększenie rozpuszczalności Al i Ca w roztworze stałym α -Mg. Płytkowe wydzielenia fazy Al_2Ca typu C15 nie są skuteczne w blokowaniu dyslokacji przemieszczających się w podstawowych płaszczyznach krystalograficznych osnowy. Wynika to z ich zależności krystalograficznej względem osnowy typu: $\{111\}_{C15} \parallel (0001)_{\alpha-Mg} [01\bar{1}]_{C15} \parallel [0\bar{1}10]_{\alpha-Mg}$. Stąd też w badanych stopach w temperaturze otoczenia efektywność umocnienia wydzieleniowego jest mniejsza niż umocnienia roztworowego.

Przeprowadzone badania dostarczyły także nowych informacji dotyczących stabilności fazy Lavesa $(Al,Mg)_2Ca$ typu C36 w temperaturze podwyższonej. Faza $(Al,Mg)_2Ca$ typu C36 wzbogacona w Al jest fazą stabilną w podwyższonej temperaturze. Niestabilna jest natomiast faza C36 bogata w Mg.

Odporność korozyjna stopów Mg-Al-Ca-Sr jest porównywalna do stopu EZ33, natomiast jest wyraźnie mniejsza w porównaniu do innych stopów magnezu z metalami ziem rzadkich (np. WE43, WE54 lub EV21). Niezbyt wysoka odporność korozyjna stopów Mg-Al-Ca-Sr wynika z powstawania na powierzchni warstewki wodorotlenku magnezu $Mg(OH)_2$, która nie stanowi dostatecznej bariery przed działaniem środowiska o wartości $pH < 10$. Stwierdzono, że stopy Mg-Al-Ca-Sr o zawartości 3% Ca charakteryzują się mniejszą odpornością korozyjną niż stopy o zawartości 1% Ca. Wynika to z większego udziału objętościowego fazy

międzymetalicznych stanowiących katodę względem osnowy stopów i większej powierzchni granic międzyfazowych, co sprzyja powstawaniu większej liczby ogniw mikrogalwanicznych. Także mniejsza zawartość Al rozpuszczonego w roztworze stałym sprzyja przyspieszeniu procesów korozyjnych.

Wykazano, że stopy Mg-Al-Ca-Sr o zawartości 5-9% Al, 3% Ca, 0,7% Sr, 0,2% Mn i 0,3% C (AXJM53, AXJM73, AXJM93) po odlewaniu grawitacyjnym do form piaskowych mogą być zamiennikiem stopu EZ33 zawierającego metale ziem rzadkich. Charakteryzują się porównywalnymi do stopu EZ33 właściwościami mechanicznymi w temperaturze otoczenia, odpornością na pełzanie do temperatury 200°C i zbliżoną odpornością korozyjną. Biorąc pod uwagę ciężar właściwy, wytrzymałość właściwa stopów Mg-Al-Ca-Sr osiąga większe wartości (75-81 MPa·cm³/g) niż stop odniesienia EZ33 (57-67 MPa·cm³/g).

Dodatkową korzyścią w przypadku stopów Mg-Al-Ca-Sr jest, oprócz niższej ceny pierwiastków stopowych, możliwość prowadzenia procesu odlewania w niższej temperaturze. W przypadku stopu EZ33 topienie i odlewanie wykonuje się w temperaturze 780-815°C, natomiast dla stopów Mg-Al-Ca-Sr możliwe jest prowadzenie procesu przy temperaturze 730°C. Czas przygotowania ciekłego stopu w jednym i drugim przypadku jest podobny. Do innych zalet związanych z topieniem stopów Mg-Al-Ca-Sr zaliczyć można niepalność tych stopów podczas topienia (Mg ma bardzo niską temperaturę zapłonu), co czyni proces odlewania bezpieczniejszym. Konieczne jest jednak stosowanie atmosfer ochronnych w celu uzyskaniażądanego składu chemicznego stopu i uniknięcia nadmiernej liczby wtrąceń niemetalicznych.

W monografii habilitacyjnej zwrócono szczególną uwagę na aspekt metodyczny. Przegląd literatury dotyczącej stopów magnezu z Al i Ca wykazał bowiem rozbieżności dotyczące identyfikacji składu fazowego, w szczególności faz Lavesa, jak i również rozbieżności dotyczące metodyki ujawnienia granic ziaren roztworu stałego α -Mg. Wpływa to na poprawność wnioskowania i w konsekwencji można się spotkać ze zróżnicowanymi teoriami związanymi ze stabilnością mikrostruktury, mechanizmami korozji i wpływem składu fazowego na właściwości mechaniczne. Stwierdzono, że zastosowanie selektywnej dyfrakcji elektronów na transmisyjnym mikroskopie elektronowym w celu identyfikacji faz Lavesa (Al,Mg)₂Ca typu C36, (Mg,Al)₂Ca typu C14 i Al₂Ca typu C15 wymaga uzyskania odpowiedniej orientacji preparatu w stosunku do wiązki elektronów (oś pasa o wskaźnikach *hki*0). W przypadku identyfikacji fazy masywnej (Mg,Al)₁₇Sr₂, która niejednokrotnie jest przedstawiana jako faza o nieznannej strukturze krystalicznej, wyznaczono parametry sieci krystalicznej, co powinno ułatwić identyfikację tego związku krystalicznego metodami elektronowej mikroskopii transmisyjnej. W literaturze dotyczącej odlewniczych stopów magnezu często można się spotkać z traktowaniem komórek eutektycznych jako ziaren roztworu stałego α -Mg. Z tych powodów przedstawiono szczegółowy sposób postępowania przy ujawnianiu ziaren roztworu stałego α -Mg.

Badania składu fazowego stopów Mg-Al-Ca-Sr pozwoliły także na uzyskanie nowych informacji, do których można zaliczyć identyfikację obszarów wewnątrz fazy (Al,Mg)₂Ca typu C36 wpływających na stabilność tej fazy w temperaturze powyżej 400°C.

Szczegółowe badania mikrostruktury (LM, SEM, XRD, TEM, metalografia ilościowa, metoda Rietvelda) stopów Mg-Al-Ca-Sr umożliwiły ustalenie wpływu zawartości składników

stopowych na mikrostrukturę i właściwości. Skład fazowy stopów Mg-Al-Ca-Sr zmienia się w zależności od zawartości Al i Ca. Zwiększenie stosunku Ca/Al sprzyja zwiększeniu udziału objętościowego fazy $(Al,Mg)_2Ca$ typu C36 i $(Mg,Al)_{17}Sr_2$ oraz powstawaniu wewnątrz roztworu stałego α -Mg drobnych, płytkowych wydzieleni fazy Lavesa Al_2Ca typu C15. Powoduje to poprawę odporności na pełzanie badanych stopów do temperatury 200°C i obniżenie właściwości mechanicznych w temperaturze otoczenia. Zmniejszenie stosunku Ca/Al powoduje zwiększenie zawartości faz $Mg_{17}Al_{12}$ i Al_4Sr oraz zwiększenie zawartości Al rozpuszczonego w roztworze stałym α -Mg. Zwiększenie udziału objętościowego faz $Mg_{17}Al_{12}$ sprzyja obniżeniu odporności na pełzanie do 200°C i zwiększeniu właściwości wytrzymałościowych w temperaturze otoczenia. W stopach o dużej zawartości Al i małej zawartości Ca obserwowana jest tendencja do silnej mikrosegregacji Al w roztworze stałym α -Mg. W obszarach roztworu stałego α -Mg sąsiadujących z przestrzeniami międzydendrytycznymi zawartość Al może dochodzić do 9% at (w centralnej części ziarna wynosi około 3% at.). Podczas eksploatacji w podwyższonej temperaturze będzie to skutkowało wydzieleniem się płytkowej fazy $Mg_{17}Al_{12}$ przyczyniającej się do obniżenia odporności na pełzanie.

Uzyskane wyniki badań dotyczące stopów Mg-Al-Ca-Sr zostały przedstawione na 21 konferencjach naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym, w tym 8 wygłoszonych referatów, a także w 19 publikacjach naukowych, w tym 6 artykułów zostało zamieszczonych w czasopismach indeksowanych przez JCR.

5. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze

5.1. Działalność naukowa prowadzona przed doktoratem

Studia na Wydziale Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu Politechniki Śląskiej ukończyłem w 2004 roku obroną pracy magisterskiej pt. „Wpływ cyklu cieplnego spawania na strukturę i właściwości stali typu duplex”. Praca magisterska została wyróżniona przez Radę Wydziału. W trakcie studiów otrzymałem dwukrotnie Indywidualną Nagrodę Dziekana za bardzo dobre wyniki w nauce. Bezpośrednio po studiach rozpocząłem 5-miesięczny staż w Wojskowych Zakładach Mechanicznych w Siemianowicach Śląskich, a w grudniu 2004 roku zostałem przyjęty na studia doktoranckie w Katedrze Nauki o Materiałach Wydziału Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu. Od początku swojej pracy badawczej zajmowałem się kształtowaniem struktury i właściwości odlewniczych stopów magnezu przeznaczonych głównie dla motoryzacji, opracowaniem podstaw technologii odlewania ciśnieniowego oraz technikami badawczymi służącymi do charakteryzacji mikrostruktury i oceny właściwości mechanicznych. Do najważniejszych osiągnięć naukowych mogę zaliczyć badania odlewniczych stopów magnezu z aluminium i metalami ziem rzadkich, które znalazły odzwierciedlenie w rozprawie doktorskiej "*Struktura i właściwości odlewniczego stopu magnezu AE44*" (zał.3, II.F.1) wyróżnionej na wniosek Recenzentów przez Radę Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej i uhonorowanej przez Polskie Towarzystwo Materiałoznawcze tytułem najlepszej rozprawy doktorskiej z zakresu inżynierii materiałowej w 2009 roku w kraju. Rozprawę, której promotorem był prof. dr hab. inż. Jan Cwajna przedłożyłem Radzie Wydziału w grudniu 2008 r (obrona pracy w marcu 2009 r.). W badaniach nad stopami Mg-Al-RE odlewanych w technologii odlewania ciśnieniowego określiłem czynniki strukturalne decydujące o stabilności mikrostruktury w temperaturze 175°C i odporności na pełzanie stopu magnezu AE44. Wykorzystałem do tego celu oryginalne i kompleksowe procedury ilościowej oceny wielkości i kształtu ziaren roztworu stałego α -Mg oraz udziału objętościowego, wielkości i kształtu wydzieleni faz międzymetalicznych jak i również metodę Rietvelda, którą opanowałem podczas stażu z zakresu rentgenowskiej analizy strukturalnej na Uniwersytecie Śląskim pod kierunkiem prof. dr hab. Eugeniusza Łągiewki. Zastosowanie zaawansowanych technik badawczych do oceny struktury i przemian fazowych zachodzących podczas eksploatacji umożliwiło mi uzyskanie nowych informacji dotyczących stabilności termicznej fazy $Al_{11}RE_3$ w temperaturze powyżej 150°C, co jest znaczącym osiągnięciem z punktu widzenia dalszego rozwoju stopów Mg-Al-RE przeznaczonych do eksploatacji w podwyższonej temperaturze. Wyniki przedstawione w rozprawie doktorskiej opublikowałem w 20 publikacjach naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym (zał. 3) i przedstawiłem na 9 konferencjach krajowych i zagranicznych (zał. 3). W 2008 roku otrzymałem wyróżnienie w konkursie dla doktorantów za zgłoszony referat dotyczący stopu magnezu AE44 na międzynarodowej konferencji „XIII International Conference on Electron Microscopy” (zał. 3, II.K.1). Uczestniczyłem ponadto w pięciu projektach badawczych związanych z odlewaniem ciśnieniowym stopów magnezu, kształtowaniem mikrostruktury po obróbce cieplnej stopów magnezu przeznaczonych do odlewania grawitacyjnego i odpornością

korozyjną stopów magnezu (zał. 3). Oprócz badań dotyczących stopów magnezu, moje zainteresowania naukowe skupiały się na metodach charakteryzacji mikrostruktury, w szczególności rentgenowskiej analizie strukturalnej i metalografii ilościowej. Z tego zakresu również opublikowałem swoje prace i uczestniczyłem w realizacji innych projektów badawczych (zał. 3).

5.2. Działalność prowadzona po uzyskaniu doktoratu

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych zostałem zatrudniony w Katedrze Nauki o Materiałach na stanowisku asystenta, a później adiunkta naukowego (2010 rok) i adiunkta (od 2013). Głównym obszarem prowadzonych przeze mnie badań naukowych pozostały odlewnicze stopy magnezu przeznaczone do eksploatacji w temperaturze podwyższonej. Zamiast stopów magnezu odlewanych ciśnieniowo, szczególną uwagę zwróciłem na stopy magnezu przeznaczone do odlewania grawitacyjnego do form piaskowych. W tym okresie prowadziłem badania stopów Mg-Al-Ca-Sr (zał. 3, III.F.1), stopów z dodatkiem Sn i Si (zał. 3, II.J.1), a także kompozytów na osnowie stopu WE43 z dodatkiem cząstek SiC (zał. 3, II.J.2). Prowadzone badania obejmowały dobór składu chemicznego stopów, opracowanie podstaw technologii odlewania grawitacyjnego, ustalenie wpływu parametrów odlewania na strukturę i właściwości, charakterystykę mikrostruktury i ustalenie wpływu mikrostruktury na właściwości mechaniczne, określenie wpływu obróbki cieplnej na strukturę i właściwości, identyfikację mechanizmów pełzania oraz określenie odporności korozyjnej. Ze względu na aktualność podjętej tematyki badawczej podjąłem starania o dofinansowanie prowadzonych badań. Złożyłem 4 wnioski o projekty badawcze, z których 3 uzyskały pozytywne rekomendacje i zostały zakwalifikowane do finansowania.

W ramach projektu „ZAMAT” realizowanego w ramach konsorcjum złożonego z ośmiu ośrodków naukowo-badawczych zostałem kierownikiem zadania badawczego III.1 pt. **„Odlewanie grawitacyjne nowoczesnych stopów magnezu z dodatkiem metali ziem alkalicznych”** dotyczącego stopów Mg-Al-Ca-Sr (zał. 3, III.F.1). Część wyników badań opublikowano m.in. w monografii habilitacyjnej (p. 4.2).

Badania dotyczące stopów Mg-Si realizowałem w ramach projektu badawczego pt. **„Analiza zjawisk zachodzących podczas pełzania nowych, wysokokrzemowych stopów stopów Mg-Si-X(Mn,Sn,Zn)”** finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w ramach konkursu „SONATA” skierowanego do młodych naukowców rozpoczynających karierę naukową posiadających stopień naukowy doktora (zał. 3, II.J.1). Badania prowadzone w ramach projektu pozwoliły na opracowanie podstaw technologii odlewania grawitacyjnego wysokokrzemowych stopów magnezu, określenie stabilności ich struktury w temperaturze do 300°C, ustalenie zależności pomiędzy strukturą tych stopów, a odpornością na pełzanie w temperaturze do 300°C i określeniem wpływu obróbki cieplnej na mikrostrukturę i właściwości mechaniczne. W wyniku odpowiedniego doboru składu chemicznego uzyskano stop o satysfakcjonującej odporności na pełzanie do temperatury 300°C, jednak przy niskim naprężeniu ($\sigma_{\max} = 30$ MPa). Dobra odporność na pełzanie jest efektem obecności kryształów pierwotnych fazy Mg_2Si i wprowadzenia dodatków stopowych Sn i Al. Obecność Sn umożliwia wydzielanie się płytkowej fazy Mg_2Sn , a Al powoduje umocnienie roztworowe oraz rozdrobnienie i zwiększenie liczby płytkowych wydzieleni fazy Mg_2Sn . Dodatkowo Al

wpływa na orientację krystalograficzną wydzielen, które powstawały nie tylko w płaszczyznach podstawowych, ale także w płaszczyznach pryzmatycznych osnowy stopu, korzystnie wpływając na odporność na pełzanie.

Projekt badawczy pt. „**Wytwarzanie kompozytów na osnowie nowoczesnego stopu WE43 zbrojonego cząstkami ceramicznymi i włóknami węglowymi przeznaczonymi do pracy w podwyższonej temperaturze**” uzyskał akceptację Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach konkursu przeznaczonego dla młodych naukowców „LIDER’2011 (zał. 3, II.J.2). W ramach tego projektu opracowano podstawy technologii wytwarzania kompozytów na osnowie stopu magnezu WE43 z dodatkiem SiC. Uzyskano kilka istotnych wyników, do których należy zaliczyć ustalenie temperatury mieszania cząstek. Uzyskanie kompozytów o korzystnych właściwościach mechanicznych jest możliwe, gdy temperatura mieszania cząstek nie przekracza 720°C. W wyższej temperaturze obserwowane są reakcje pomiędzy węglikiem krzemu SiC i dodatkami stopowymi w wyniku których powstają krzemki i węgliki itru. Powstawanie tych związków nie jest korzystne, ze względu na zmniejszenie wytrzymałości na rozciąganie i granicy plastyczności. Wynika to z zubożenia osnowy w pierwiastki stopowe. Wprowadzenie cząstek SiC powoduje nieznaczne obniżenie wytrzymałości, właściwości plastycznych i odporności na pełzanie w temperaturze 250°C. Zwiększa się natomiast odporność na zużycie erozyjne. Efektem prowadzonych badań było ustalenie wpływu parametrów technologicznych odlewania kompozytów, rodzaju i wielkości cząstek oraz obróbki cieplnej na mikrostrukturę i właściwości mechaniczne w temperaturze otoczenia i podwyższonej. Uzyskane kompozyty charakteryzują się niższymi właściwościami mechanicznymi w porównaniu do stopu WE43, jednak ich poziom jest ciągle wystarczający do zastosowań np. na kadłuby wlotu silnika śmigłowców eksploatowanych w warunkach pustynnych. W tych warunkach obserwuje się przyspieszone zużycie erozyjne zmniejszające trwałość kadłuba wlotu silnika. Stąd też wprowadzenie twardych cząstek pozwoliło na poprawę odporności na zużycie erozyjne przy zachowaniu wytrzymałości, ciągliwości i odporności na pełzanie w 250°C na akceptowalnym poziomie.

Doświadczenie związane z odlewniczymi stopami magnezu zdobywałem także w innych projektach badawczych, w których uczestniczyłem jako wykonawca. Badania te dotyczyły stabilności mikrostruktury i odporności na pełzanie odlewniczych stopów magnezu z metalami ziem rzadkich (zał. 3, II.J.7), optymalizacji technologii odlewania w celu uzyskania wysokich właściwości wytrzymałościowych stopów magnezu z metalami ziem rzadkich i srebrem (zał. 3, II.J.2) czy też opracowania technologii odlewania stopu magnezu z metalami ziem rzadkich Elektron 21, który znalazł zastosowanie na elementy silnika turbinowego (zał. 3, II.J.10). Łącznie uczestniczyłem w 15 projektach badawczych dotyczących stopów magnezu (zał. 3). Tematyka tych projektów obejmowała opracowanie technologii wytwarzania i ustalenia zależności pomiędzy technologią wytwarzania, mikrostrukturą i właściwościami stopów magnezu odlewanych ciśnieniowo i grawitacyjnie do form piaskowych. Ponadto, projekty te dotyczyły także spawania i właściwości kompozytów na osnowie stopów magnezu.

Oprócz badań dotyczących odlewniczych stopów magnezu o podwyższonej odporności na pełzanie, prowadzę badania materiałów z zastosowaniem rentgenowskiej analizy strukturalnej. Będąc opiekunem pracowni rentgenowskiej w Instytucie Inżynierii Materiałowej zajmuje się jakościową i ilościową analizą fazową, pomiarami parametrów sieci

krystalicznej, pomiarami gęstości dyslokacji oraz metodą Rietvelda. Wyniki prowadzonych badań znalazły odzwierciedlenie w licznych publikacjach, w projektach badawczych, w których uczestniczyłem jako wykonawca, a także w pracach naukowo-badawczych, które wykonywałem na zlecenie przemysłu (zał. 3).

W obszarze moich zainteresowań badawczych są także badania właściwości mechanicznych w podwyższonej temperaturze i identyfikacja mechanizmów pełzania. Oprócz badań odporności na pełzanie stopów magnezu, wykonuję badania nadstopów kobaltu i niklu stosowanych w przemyśle lotniczym w ramach projektów badawczych realizowanych przy współpracy z ZM „WSK” Rzeszów (zał. 3, II.J.16 i zał. 3, II.J.17).

Po doktoracie uczestniczyłem w 18 pracach naukowo-badawczych na zlecenie przemysłu jako wykonawca i jako kierownik (zał. 3, III.M) oraz w Badaniach Statutowych realizowanych w Instytucie Nauki o Materiałach (zał. 3, II.F.2-8). Prowadzone przeze mnie prace dotyczyły m. in. określenia przyczyn powstawania wad na profilach aluminiowych po procesie anodowania i ustalenie przyczyn pęknięcia śrub stalowych stosowanych w kolejnictwie. Efektem tych prac była identyfikacja przyczyn powstawania wad i wprowadzenie odpowiednich korekt w procesie technologicznym.

Za osiągnięcia w dziedzinie naukowej otrzymałem w 2010 roku zespołową nagrodę JM Rektora Politechniki Śląskiej II stopnia, a w 2014 stypendium dla młodych wybitnych naukowców przyznane przez Ministerstwo Nauki i szkolnictwa Wyższego.

Mój dorobek publikacyjny obejmuje łącznie 135 prac, z czego 92 po uzyskaniu stopnia doktora. Łączna ilość punktów obliczonych według MNiSW za dorobek naukowy po otrzymaniu stopnia doktora wynosi 1153. Kierowałem 3 projektami badawczymi (w tym jeden projekt jako zadanie w ramach konsorcjum (zał. 3), 13 pracami naukowo-badawczymi na zlecenie przemysłu. Indeks Hirscha wg Web of Science wynosi 10 (8 bez autocytoowań). Liczbowe zestawienie publikacji i najważniejszych osiągnięć naukowo-badawczych przedstawiono w tab. 2 i 3. Zestawienie wszystkich prac, których jestem autorem i współautorem, opublikowanych w czasopiśmie indeksowanym w bazie Journal Citation Reports (JCR) przedstawiłem w Tabeli 4. Sumaryczny impact factor wynosi 48,186.

Wykonałem recenzję 15 prac naukowych umieszczonych w czasopiśmie indeksowanym w bazach Journal of Citation Reports of Thomson Reuters, Web of Science oraz Scopus (Elsevier) (załącznik 3 III.P).

Tabela.2. Zestawienie liczbowe publikacji i najważniejszych osiągnięć naukowo-badawczych przed i po uzyskaniu stopnia doktora

Wyszczególnienie		Liczba		Po uzyskaniu stopnia doktora	
Rodzaj publikacji		Punkty MNiSW	Liczba publikacji	Punkty MNiSW	Liczba publikacji
Publikacje	a) autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) posiadających współczynnik Impact Factor	833	30	809	29
	b) autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Web of Science z pominięciem publikacji z punktu a.	264	21	249	20
	c) autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych indeksowanych w bazie SCOPUS z pominięciem publikacji z punktu a i b	27	8	27	8
	d) autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach punktowanych MNiSW (lista B)	66	7	66	7
	e) autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach, monografiach, książkach abstraktów zagranicznych z pominięciem publikacji z punktu a, b, c i d	107	28	2	6
	f) autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w materiałach konferencyjnych (z pominięciem publikacji z punktu e)	0	25	0	8
	g) autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych z udziałem studentów w zeszytach Studenckich Prac Naukowych	0	16	0	14
Patenty		0	0	0	0
Razem publikacje i patenty		1317	135	1153	92
Referaty i prezentacje na konferencjach naukowych					
konferencje	Krajowe		55		26
	Zagraniczne		38		26
Udział w projektach badawczych					
Kierownik projektów badawczych			3		3
Kierownik prac naukowo-badawczych			12		12
Wykonawca w projektach	KBN/MNiSW/NCN/NCBiR		24		
	BK/BW		5		
	finansowane z UE		2		
	finansowane z przemysłu prace naukowo-badawcze		0		
Recenzje artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych			15		15

Tabela 3. Wskaźniki oceny dorobku naukowego

Wskaźniki oceny dorobku naukowego			
Źródło danych	Web of Science	Scopus (Elsevier)	Google Scholar
Liczba cytowań ogółem	277	344	711
Indeks Hirscha h	10	10	14
Liczba publikacji w bazie	52	60	125
Liczba cytowań bez autocytowań	228	262	-
Indeks Hirscha h bez autocytowań	8	8	-

Tabela 4. Wykaz czasopism w bazie JCR wraz z impact factor oraz punktacją MNiSW

Lp.	Czasopismo według Journal Citation Reports	Rok wydania	Impact Factor (zgodnie z rokiem publikacji)	Punktacja MNiSW (zgodnie z rokiem publikacji)	Punktacja MNiSW (2016 rok)
1.	Cellulose 25(1) (2018) 7-15	2018	3,417*	45	45
2.	Acta Physica Polonica A 130(4), 1037-1040	2016	0,469	15	15
3.	Archives of Metallurgy and Materials 61(2), 1075-1081	2016	0,571	30	30
4.	Materials Letters 182, 78-80	2016	2,572	35	35
5.	Archives of Metallurgy and Materials 61(1), 425-432	2016	0,571	30	30
6.	Archives of Metallurgy and Materials 61(1) 393-398	2016	0,571	30	30
7.	Archives of Metallurgy and Materials 60(1) 167-170	2015	0	30	30
8.	Materials Letters 157 4-6	2015	2,437	35	35
9.	Metalurgija 54 (1), 151-153	2015	0	25	-
10.	Sensors and Actuators: A. Physical 210 119-130	2014	1,903	35	35
11.	Journal of Alloys and Compounds 598 95-105	2014	2,999	35	35
12.	MaterialWissenschaft und Werkstofftechnik 45(5) 344-353	2014	0,425	15	15
13.	Archives of Metallurgy and Materials 59 327-332	2014	1,090	25	30
14.	Archives of Metallurgy and Materials 59 (2), 667-673	2014	1,090	25	30
15.	Optics and Lasers in Engineering 55, 232-236	2014	2,237	30	30

Lp.	Czasopismo według Journal Citation Reports	Rok wydania	Impact Factor (zgodnie z rokiem publikacji)	Punktacja MNiSW (zgodnie z rokiem publikacji)	Punktacja MNiSW (2016 rok)
16.	Acta Physica Polonica A 126, 1107-1109	2014	0,53	15	15
17.	Materials Characterization 83, 21-34	2013	1,925	45	40
18.	Archives of Metallurgy and Materials 57, 517-523	2012	0,431	20	30
19.	MaterialWissenschaft und Werkstofftechnik 43, 421-427	2012	0,505	15	15
20.	Archives of Metallurgy and Materials 57, 254-252	2012	0,431	20	30
21.	Ultrasonics Sonochemistry 19, 179-185	2012	3,516	32	45
22.	Archives of Metallurgy and Materials 55(1), 7-13	2010	0,262	20	30
23.	Ultrasonics Sonochemistry 17, 892-901	2010	3,203	32	45
24.	Ultrasonics Sonochemistry 17, 219-227	2010	3,203	32	45
25.	Ultrasonics Sonochemistry 17, 487-493	2010	3,203	32	45
26.	Materials Characterization 60, 1107-1113	2009	1,416	24	40
27.	Ultrasonics Sonochemistry 16, 546-551	2009	2,993	24	45
28.	Ultrasonics Sonochemistry 16, 537-545	2009	2,993	24	45
29.	Ultrasonics Sonochemistry 16, 800-804	2009	2,993	24	45
30.	Archives of Metallurgy and Materials 53(3), 901-908	2008	0,23	24	30
	Suma		48,186	843	990

*podano impact factor za 2016 rok

W ramach działalności dydaktycznej prowadzę lub prowadziłem wykłady lub zajęcia laboratoryjne z takich przedmiotów jak: Statystyka Inżynierska, Podstawy Nauki o Materiałach, Zaawansowane Materiały Inżynierskie, Metody i Techniki Badań na kierunkach Inżynieria Materiałowa, Zarządzanie i inżynieria produkcji, Informatyka przemysłowa, Edukacja techniczno-informatyczna, Metalurgia. W ramach programu „Erasmus” prowadzę zajęcia laboratoryjne pt. „X-ray diffraction analysis”.

W ramach opieki nad studentami byłem promotorem 5 prac dyplomowych magisterskich i opiekunem 10 projektów inżynierskich. Pracy dyplomowe i projekty inżynierskie realizowano w Instytucie Nauki o Materiałach Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii. Jestem również promotorem pomocniczym w rozprawie doktorskiej B. Dybowskiego pt. „Wpływ parametrów utwardzania wydzieleniowego na właściwości użytkowe podeutektycznych stopów Al-Si”, (promotor dr hab. inż. A. Kiełbus prof. nzw. w Pol. Śl.)

Uczestniczę także w działalności organizacyjnej Instytutu Inżynierii Materiałowej, na którą składa się:

- współudział przy organizacji Dni Otwartych Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej w 2008 roku.
- przedstawiciel doktorantów w Radzie Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii w latach 2006-2007.
- członkostwo w komisji ds. ustalania planów zajęć dydaktycznych w latach 2010-2014.
- pełnienie funkcji sekretarza badań statutowych za rok 2013.
- członkostwo w wydziałowej komisji rekrutacyjnej w 2011 i 2018 roku
- pełnienie funkcji sekretarza w komisjach dyplomowych w latach 2005-2009 i 2011-2018
- pełnienie funkcji kierownika Laboratorium Badań Fizykochemicznych w latach 2009-2013
- ukończony kurs przygotowujący do pracy w charakterze kierownika projektów badawczych w 2010 roku
- pełnienie funkcji Wydziałowego Opiekuna Praktyk Studenckich od 2014 roku
- członkostwo w komisji ds. Nagród dla Nauczycieli Akademickich w latach 2016-2020

Jestem także członkiem Polskiego Towarzystwa Stereologicznego od 2007 roku oraz członkiem bazy ekspertów Centrum Innowacji i Transferu Technologii Politechniki Śląskiej, którego celem jest nawiązanie współpracy z otoczeniem gospodarczym. W ramach popularyzacji nauki uczestniczyłem w programie telewizyjnym „Twarze Uczelni” wyemitowanym w dniu 19.03.2015 w TVP3 Katowice.

6. Podsumowanie osiągnięć badawczych

Osiągnięcia zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (dz. U. Nr 196, poz. 1165)

Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	TAK	31
Zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne i technologiczne	TAK	6
Udzielone patenty, zgłoszenia patentowe międzynarodowe i krajowe	NIE	
Monografie, publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych	TAK	104
Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych	TAK	8
Materiały konferencyjne	TAK	24
Sumaryczny Impact Factor wg listy Journal Citation Reports (JCR)	48,186	
Liczba cytowań publikacji wg bazy Web of Science (WoS) (w tym bez autocytowań)	277	
Indeks Hirsha wg bazy Web of Science (WoS)	10	
Kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach	TAK	3/22
Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową lub artystyczną	TAK	6
Wygłoszenie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach/Aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych	TAK	27/66
Udział w komitetach naukowych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych	NIE	
Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych	TAK	3
Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż powyżej	TAK	4
Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	NIE	
Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych oraz we współpracy z przedsiębiorcami	TAK	1
Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	NIE	
Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych	TAK	1
Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki przygotowanie materiałów dydaktycznych, zajęć laboratoryjnych, projektowych	TAK	4
Opieka naukowa nad studentami /(opieka w charakterze promotora prac magisterskich, inżynierskich, projektów inżynierskich)	TAK	2
Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego	TAK	1
Stáže w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich	TAK	1
Wykonanie ekspertyzy lub innego opracowania na zamówienie	TAK	18
Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	NIE	
Recenzowanie projektów międzynarodowych i krajowych	TAK	1
Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych	TAK	15

.....
Tomasz Rychon 