

Autoreferat

1. Imię i Nazwisko

Renata Mola

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

- magister inżynier specjalności Technologia na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn w ścieżce dyplomowania – Obróbka cieplna; praca dyplomowa pod tytułem: „Modyfikacja struktury stali drogą przetapiania laserowego po uprzedniej obróbce cieplno-chemicznej”, promotor Prof. dr hab. inż. Karol Przybyłowicz, Wydział Mechaniczny Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, 1997.
- doktor nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn; praca doktorska pod tytułem: „Analiza procesu wytwarzania kompozytu warstwowego Mg-fazy międzymetaliczne magnezowo-aluminiowe”, promotor dr hab. inż. Andrzej Dziadoń, prof. PŚk, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, 2007.

Recenzenci pracy:

Prof. dr hab. inż. Andrzej Stefan Zieliński, Politechnika Gdańska

Dr hab. inż. Mirosław Gajewski, Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

Praca doktorska została wyróżniona przez Radę Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej (12.07.2007).

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

- 1997-2005 – asystent w Katedrze Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych, Zakład Technologii Materiałowych na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej
- 2006-2007 - starszy wykładowca w Katedrze Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych, Zakład Technologii Materiałowych na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej
- 2007-2012 – adiunkt w Katedrze Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych, Zakład Technologii Materiałowych na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej
- 2012-obecnie – adiunkt w Katedrze Technik Komputerowych i Uzbrojenia, Zakład Metaloznawstwa i Technologii Amunicji na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej

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 ze zm.):

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie stanowiące podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego wskazuję jednotematyczny cykl publikacji pt.

„Modyfikacja warstwy wierzchniej magnezu i jego stopów”

Na cykl składa się autorska monografia habilitacyjna oraz sześć artykułów opublikowanych w czasopismach indeksowanych w Journal Citation Report. Elementem integralnie związanym ze wskazanym osiągnięciem są również dwa patenty.

Do opracowania monografii wykorzystywała autorka wyniki swoich prac badawczych dotyczące modyfikacji warstwy wierzchniej magnezu i jego stopów, w szczególności rezultaty zawarte w sześciu znaczących artykułach opublikowanych w czasopismach indeksowanych w JCR (wyszczególnionych poniżej).

Monografia:

1. **Mola R.** Modyfikacja warstwy wierzchniej magnezu i jego stopów. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2016, ISSN: 1897-2691, ISBN: 9788363792114

Artykuły opublikowane w czasopismach indeksowanych w Journal Citation Report:

2. **Mola R.**, 2013, Fabrication and microstructural characterization of Al/Zn-enriched layers on pure magnesium. *Materials Characterization*, 78, 121-128 (**IF=1,845; punkty MNiSW: 45 p**)
3. **Mola R.**, Jagielska-Wiaderek K., 2014, Formation of Al-enriched surface layers through reaction at the Mg-substrate/Al-powder interface. *Surface and Interface Analysis*, 46, 577-580. (**IF=1,245; punkty MNiSW: 20 p**)
4. **Mola R.**, 2014, Fabrication and microstructure of diffusion alloyed layers on pure magnesium substrate, *Archives of Metallurgy and Materials*, 59(4), 1409-1412 (**IF=1,09; punkty MNiSW: 25 p**)
5. **Mola R.**, 2015, The properties of Mg protected by Al- and Al/Zn-enriched layers containing intermetallic phases. *Journal of Materials Research*, 30(23), 3682-3691 (**IF=1,579; punkty MNiSW: 25 p**)
6. Dziadoń A. **Mola R.** Błaż L., 2016, The microstructure of the surface layer of magnesium laser alloyed with aluminum and silicon. *Materials Characterization*, 118, 505-513 (**IF=2,383(2015); punkty MNiSW: 35 p**)
7. **Mola R.**, Dziadoń A., Jagielska-Wiaderek K., 2016, Properties of Mg laser alloyed with Al or AlSi20, *Surface Engineering*, 32(12), DOI:10.1080/02670844.2015.1104099 (**IF=1,081(2015); punkty MNiSW: 25 p**)

Patenty:

8. **Mola R.**: Sposób wytwarzania powierzchniowej warstwy aluminiowanej na wyrobach z magnezu i jego stopów. PL 213955 B1, decyzja 2012-10-16 (**punkty MNiSW: 25p**)

9. **Mola R.** Sposób wytwarzania powierzchniowej warstwy wzbogaconej w aluminium i cynk na wyrobach z magnezu i jego stopów. PL 219982 B1, decyzja 2014-12-11 (punkty MNiSW: 25 p)

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

W ostatnich latach obserwujemy zwiększające się zainteresowanie badawcze i aplikacyjne magnezem jako materiałem konstrukcyjnym. Niskie właściwości warstwy wierzchniej stanowią poważną przeszkodę ograniczającą zakres stosowania stopów magnezu w warunkach zwiększonych narażeń eksploatacyjnych. Aby podnieść użytkowe właściwości tych materiałów stosuje się różne metody z zakresu inżynierii powierzchni. Dużym wyzwaniem w dziedzinie obróbek powierzchniowych stopów magnezu jest wytworzenie warstwy wierzchniej, która jednocześnie będzie charakteryzowała się wysoką twardością, dobrą odpornością na ścieranie, dobrą przewodnością cieplną i elektryczną oraz zapewni ochronę przed korozją. W zagranicznych i krajowych ośrodkach badawczych prowadzone są intensywne badania nad doskonaleniem i opracowaniem nowych technologii modyfikacji warstwy wierzchniej stopów magnezu, co może otworzyć drogę do ekspansji tych materiałów w nowych obszarach zastosowań. Perspektywnym kierunkiem jest wytwarzanie na magnezie i jego stopach warstw stopowych zawierających fazy międzymetaliczne. Wzbogacenie warstwy wierzchniej w odpowiednio dobrane składniki stopowe, które tworzą z magnezem fazy międzymetaliczne, oraz ukształtowanie odpowiedniej mikrostruktury tej warstwy, stwarza potencjał dla polepszenia zarówno jej właściwości mechanicznych, jak i odporności korozyjnej. Podjęcie tej tematyki oznacza włączenie się w aktualny, w ostatnim okresie, nurt badań nad poprawą właściwości warstwy wierzchniej magnezu i jego stopów.

Głównym celem moich badań naukowych w obszarze modyfikacji warstwy wierzchniej magnezu i jego stopów było wykazanie, iż wykorzystując metody obróbki powierzchniowej: obróbkę cieplno-chemiczną, stopowanie laserowe i stopowanie metodą spawalniczą można wzbogacić warstwę wierzchnią magnezu i jego stopów w aluminium, aluminium i cynk, aluminium i krzem i wytworzyć zmodyfikowaną warstwę wierzchnią zawierającą fazy międzymetaliczne, a przez to znacząco poprawić odporność na zużycie przez tarcie oraz odporność korozyjną tych materiałów.

Wkład moich prac badawczych w rozwój dyscypliny Inżynieria Materiałowa polega na uzyskaniu oryginalnych wyników dotyczących wytwarzania na magnezie warstw wierzchnich zawierających fazy międzymetaliczne. Zaprezentowane rezultaty są oryginalne w skali międzynarodowej, czego potwierdzeniem jest opublikowanie ich w renomowanych czasopismach z listy JCR oraz uzyskanie dwóch patentów. Otrzymane rezultaty badań eksperymentalnych stanowią uzupełnienie i rozszerzenie stanu wiedzy z zakresu tematyki wytwarzania, struktury i właściwości warstw stopowych na magnezie i jego stopach, zawierających fazy międzymetaliczne.

W pierwszej części monografii autorskiej w oparciu o najnowsze krajowe i zagraniczne materiały źródłowe omówiłam metody kształtowania warstwy wierzchniej magnezu i jego stopów, przedstawiłam wady i zalety stosowanych metod oraz wskazałam, jak procesy te wpływają na właściwości zmodyfikowanej warstwy wierzchniej. Uwagę skupiłam zwłaszcza na metodach wytwarzania warstwy wierzchniej wzbogaconej w aluminium, zawierającej fazy międzymetaliczne, ze względu na moje szczególne zainteresowanie badawcze tą tematyką. Spojrzenie z tak szerokiej

perspektywy na metody kształtowania warstwy wierzchniej magnezu i jego stopów jest walorem oryginalnym monografii.

Druga część monografii oraz cykl sześciu publikacji z listy JCR (w tym trzy publikacje autorskie) stanowią raport naukowy z moich badań nad wytwarzaniem na magnezie i jego stopach warstw wierzchnich zawierających fazy międzymetaliczne wzbogaconych w aluminium, aluminium i cynk oraz aluminium i krzem. Monografia oraz publikacje zostały opracowane w oparciu o wyniki własnych prac eksperymentalnych oraz prace zespołowe prowadzone z moim udziałem na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej w latach 2009-2016. Warstwy wierzchnie na magnezie i jego stopach wytworzone zostały metodami obróbki cieplno-chemicznej, stopowania laserowego oraz stopowania metodą spawalniczą-TIG. Metoda wytwarzania warstwy wzbogaconej w aluminium oraz warstw jednocześnie wzbogaconych w aluminium i cynk jest przedmiotem dwóch moich patentów. W pracach przedstawiłam opis metod wytwarzania warstw oraz szczegółową analizę mikrostruktury. Pokazałam, jak dobór parametrów procesu wpływa na mikrostrukturę i właściwości warstwy wierzchniej. Pomiarzy twardości, testy tribologiczne oraz badania odporności na korozję umożliwiły ocenę właściwości użytkowe zmodyfikowanej warstwy wierzchniej. Uzyskane rezultaty własnych badań eksperymentalnych pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków mających charakter poznawczy i użytkowy:

- Poprzez obróbkę cieplno-chemiczną w ośrodku stałym możliwe jest wytworzenie warstwy wierzchniej wzbogaconej w aluminium oraz warstwy wierzchniej wzbogaconej w aluminium i cynk na podłożu z magnezu i stopu AZ31. Jako ośrodek stały użyto proszek aluminium lub mieszaninę proszku aluminium z proszkiem cynku. Istotną rolę odgrywa docisk proszku w trakcie procesu wygrzewania. Docisk powoduje dobry kontakt pomiędzy źródłem dyfundujących atomów-proszkiem a podłożem-magnezem, co ułatwia przebieg reakcji na granicy proszek-podłoże. W efekcie, stosując krótkie czasy wygrzewania, wytworzono warstwy o znacznej grubości. Warstwa wzbogacona w aluminium miała mikrostrukturę eutektyczną (faza $Mg_{17}Al_{12}$ + roztwór stały aluminium w magnezie). W warstwie wzbogaconej w aluminium i cynk stwierdzono występowanie faz międzymetalicznych $Mg_{17}(Al,Zn)_{12}$, $Mg_5Al_2Zn_2$ oraz roztworu stałego aluminium i cynku w magnezie. Wytworzone warstwy były połączone metalurgicznie z podłożem poprzez strefę roztworu stałego i cechowały się wysoką, w porównaniu z podłożem, twardością. Twardość warstwy wzbogaconej w aluminium wynosiła 183-201 HV_{0,1}. W warstwie wzbogaconej w aluminium i cynk uzyskano następujące wartości twardości: 210-239 HV_{0,1} w obszarach fazy $Mg_{17}(Al,Zn)_{12}$, 177-190 HV_{0,1} w obszarach o mikrostrukturze eutektycznej (faza $Mg_5Al_2Zn_2$ + roztwór stały aluminium i cynku w magnezie), 80-90 HV_{0,1} w obszarach roztworu stałego. Twardość podłoża – magnezu wynosiła 32-35 HV_{0,1}. Wyniki testów tribologicznych wskazują, iż warstwy zawierające fazy międzymetaliczne cechują się znacznie wyższą odpornością na ścieranie w porównaniu do podłoża. Najmniejszy ubytek masy obserwowano dla próbek z warstwą wzbogaconą w aluminium. Wynika to z faktu, iż warstwa ta charakteryzowała się bardziej drobnoziarnistą i jednorodną strukturą w porównaniu do warstwy wzbogaconej w aluminium i cynk. Badania korozyjne wykazały, iż warstwa wzbogacona w aluminium oraz ta, wzbogacona w aluminium i cynk, wykazują lepsze charakterystyki korozyjne w porównaniu do magnezu i stopu AZ31.

- W procesie stopowania laserowego jako materiał stopujący zastosowano aluminium oraz stop AlSi20. W pierwszym etapie płytki z tych materiałów łączono dyfuzyjnie z podłożem. Następnie prowadzono przetop tak przygotowanych próbek. Mikrostruktura warstwy wierzchniej magnezu kształtowana w procesie stopowania laserowego jest zdeterminowana parametrami pracy lasera: mocą i prędkością skanowania stopowanej powierzchni. Podczas stopowania magnezu z zastosowaniem aluminium uzyskać można warstwę o mikrostrukturze charakteryzującej się dominującym udziałem fazy $Mg_{17}Al_{12}$ lub warstwę o mikrostrukturze roztworu stałego aluminium w magnezie i eutektyki $Mg_{17}Al_{12}$ + roztwór stały aluminium w magnezie. Stopowanie magnezu siluminem prowadzone może być w ten sposób, że przetopieniu ulegnie tylko płytka AlSi20, a podłoże-magnez nadtopi się nieznacznie. W tym przypadku uzyskuje się warstwę o mikrostrukturze zmodyfikowanego siluminu, charakteryzującą się dużym stopniem dyspersji ziarn krzemu. Zmiana parametrów pracy lasera powoduje przetopienie siluminu i jednocześnie grubszej, niż w poprzednim przypadku warstwy podłoża-magnezu. Wprowadzony do fazy ciekłej magnez miesza się z siluminem. Podczas krzepnięcia tworzą się fazy międzymetaliczne: Mg_2Si , Mg_2Al_3 , $Mg_{17}Al_{12}$. Gwałtowne krzepnięcie powoduje równocześnie dużą dyspersję tych faz.

Wyniki badań wskazują, że istnieje ścisła zależność między mikrostrukturą a właściwościami zmodyfikowanej warstwy wierzchniej. W przypadku stopowania aluminium, wyższą twardością charakteryzowała się warstwa, w mikrostrukturze której dominowały jednofazowe obszary $Mg_{17}Al_{12}$ (twardość warstwy zawierała się w zakresie od 220 do 296 HV_{0,1}). Dla warstwy wzbogaconej w aluminium, o mikrostrukturze złożonej z dendrytów roztworu stałego aluminium w magnezie oraz eutektyki, twardość wynosiła ok. 150 HV_{0,1}. Z warstw otrzymanych poprzez stopowanie powierzchni magnezu siluminem, wyższą twardość uzyskano dla warstwy, w której występowały fazy międzymetaliczne (225 HV_{0,1}), twardość dla warstwy o strukturze zmodyfikowanego siluminu wynosiła 105-121 HV_{0,1}. Wyniki badań odporności na ścieranie wskazują, iż najmniejszy średni ubytek masy zarejestrowano dla próbek z warstwą wzbogaconą w aluminium i krzem, złożoną z faz międzymetalicznych. Bardzo dobrą odpornością na ścieranie charakteryzowały się także próbki z warstwą wzbogaconą w aluminium, o dużym udziale fazy $Mg_{17}Al_{12}$. Analiza krzywych polaryzacyjnych wskazała, iż najwyższą odpornością korozyjną charakteryzowała się warstwa o strukturze zmodyfikowanego siluminu nadeutektycznego. Następna w kolejności klasyfikowała się warstwa wzbogacona w aluminium, o dużym udziale fazy międzymetalicznej $Mg_{17}Al_{12}$.
- Grubość, mikrostruktura i twardość warstwy wzbogaconej w aluminium wytworzonej poprzez stopowanie warstwy wierzchniej magnezu metodą TIG przy użyciu drutu AlMg4,5Mn była zależna od parametrów procesu. Stosując wyższe natężenie prądu uzyskiwano grubszą warstwę, o mikrostrukturze złożonej z dendrytów roztworu stałego aluminium w magnezie oraz eutektyki (faza $Mg_{17}Al_{12}$ + roztwór stały aluminium w magnezie), rozmieszczonej w przestrzeniach międzydendrytycznych. Prowadząc stopowanie przy niższym natężeniu prądu wytwarzano cieńszą warstwę, w mikrostrukturze której dominowała faza Al_3Mg_2 . Twardość warstwy wzbogaconej w aluminium, złożonej z dendrytów roztworu stałego aluminium w magnezie i eutektyki, wynosiła 69-102 HV_{0,1} i była 2-3 razy wyższa od twardości magnezu. W warstwie zdominowanej przez fazę międzymetaliczną Al_3Mg_2 uzyskano znacznie wyższą twardość 236-245 HV_{0,1}.

Na podstawie przeprowadzonych badań dowiodłam, że zastosowane w pracy metody obróbki powierzchniowej umożliwiają skuteczną modyfikację warstwy wierzchniej magnezu poprzez wprowadzenie do niej dodatkowego pierwiastka (Al) lub pierwiastków stopowych (Al+Zn, Al+Si). Bogata w składniki stopowe warstwa wierzchnia, w mikrostrukturze której występowały fazy międzymetaliczne, odznaczała się wyższą twardością i odpornością na ścieranie w porównaniu do podłoża, a efekt poprawy odporności korozyjnej był zależny od uzyskanej mikrostruktury.

W pracach wykazałam, że interesujące efekty modyfikacji warstwy wierzchniej magnezu można uzyskać stopując powierzchnię magnezu przy użyciu aluminium różnymi metodami: obróbki cieplno-chemicznej, stopowania laserowego, stopowania metodą TIG. Zależnie od zastosowanej metody i jej parametrów udało się wprowadzić różną ilość aluminium do warstwy wierzchniej, a co za tym idzie, uzyskać warstwy wierzchnie wzbogacone w aluminium o odmiennej mikrostrukturze. Mikrostruktury wytworzonych warstw różniły się udziałem objętościowym faz międzymetalicznych magnezowo-aluminiowych oraz dyspersją poszczególnych składników strukturalnych. Jak wskazałam w pracach, właściwości warstw wierzchnich wzbogaconych w aluminium: twardość, odporność na ścieranie, odporność korozyjna były zależne od uzyskanej mikrostruktury.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

5.1 Dorobek naukowo-badawczy przed uzyskaniem stopnia doktora

Mój dorobek publikacyjny przed doktoratem obejmuje **10** prac naukowych w tym rozdział w monografii (poz. 1, punkt II-E, załącznik 3), 9 artykułów opublikowanych w czasopiśmie krajowych oraz materiałach z konferencji krajowych i zagranicznych (poz. 2-10, punkt II-E, zał. 3). Wygłosiłam 4 referaty: 2 na konferencjach krajowych (poz. 1-2, punkt II-L, zał. 3), 2 na konferencjach zagranicznych (poz. 3,4, punkt II-L, zał. 3). Uczestniczyłam w realizacji 5 projektów uczelnianych: dwie prace statutowe (poz. 1-2, punkt II-J, zał. 3), trzy prace własne (poz. 3-5, punkt II-J, zał. 3).

Badania naukowe rozpoczęłam podczas realizacji pracy magisterskiej. Dotyczyły one modyfikacji struktury stali drogą przetapiania laserowego po uprzedniej obróbce cieplno-chemicznej. Uzyskane wyniki zostały zawarte w mojej pracy magisterskiej oraz publikacji opracowanej w pierwszym roku pracy na stanowisku asystenta na Politechnice Świętokrzyskiej (poz. 2, punkt II-E, zał. 3). Następnie prowadziłam badania nad obróbką cieplno-chemiczną drutów oporowo-grzewczych w celu zwiększenia ich żaroodporności. Rezultaty badań zostały opublikowane w dwóch pracach (poz. 3,4, punkt II-E, zał. 3). W dalszej pracy naukowo-badawczej zainteresowałam się zagadnieniami związanymi z wytwarzaniem kompozytów zawierających fazy międzymetaliczne (publikacje 6-10, punkt II-E, zał. 3). Pozytywne wyniki badań wstępnych nad wytwarzaniem lekkich kompozytów warstwowych o osnowie magnezu wzmocnianych fazami międzymetalicznymi magnezowo-aluminiowymi skłoniły mnie do kontynuowania tej tematyki, czego rezultatem była moja praca doktorska obroniona z wyróżnieniem w 2007 roku.

5.2 Dorobek naukowo-badawczy po uzyskaniu stopnia doktora

Mój dorobek publikacyjny obejmuje:

- monografię autorską – wskazaną jako osiągnięcie naukowe (poz. 1, punkt I-B, zał. 3),
- **13** artykułów opublikowanych w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR) – lista A (poz. 2-7, punkt I-B oraz poz. 1-7, punkt II-A, zał. 3). Z tych artykułów sześć zostało wskazanych jako osiągnięcie naukowe (poz. 2-7, punkt I-B, zał. 3).
- rozdział w monografii (poz. 11, punkt II-E, zał. 3),
- **19** artykułów w czasopismach punktowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego – lista B (poz. 13-15,17,18, 20-24,26-28,31,33,34,41,42,45 punkt II-E, zał. 3)
- **8** artykułów z konferencji międzynarodowych zarejestrowanych w Web of Science (poz. 25,29,35-38, 43, 44, punkt II-E, zał. 3),
- **7** artykułów z konferencji krajowych i zagranicznych (poz. 12,16,19,30,32,39,40, punkt II-E, zał. 3),
- **3** patenty (poz. 8,9, punkt I-B, zał. 3, poz. 1, punkt II-C, zał. 3). Dwa autorskie patenty zostały wskazane do osiągnięcia naukowego (poz. 8,9, punkt I-B, zał. 3),
- zgłoszenie patentowe (poz. 2, punkt II-C, zał. 3).

Zaprezentowałam **21** referatów: 12 na konferencjach krajowych (poz. 5-16, punkt II-L, zał. 3) oraz 9 na konferencjach zagranicznych (poz. 1-9, punkt III-B, zał. 3).

Uczestniczyłam w realizacji **1** projektu naukowo-badawczego MNiSW jako główny wykonawca (poz. 6, punkt II-J, zał. 3) oraz **13** projektów uczelnianych: 8 prac statutowych – w 3 byłam kierownikiem (poz. 7-14, punkt II-J, zał. 3), 3 prac własnych – w 1 byłam kierownikiem (poz. 15-17, punkt II-J, zał. 3), 2 prac statutowych „Młody badacz” (poz. 18,19, punkt II-J, zał. 3).

W pierwszych latach po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych moja działalność naukowo-badawcza związana była głównie z tematyką dotyczącą wytwarzania, analizy mikrostruktury i właściwości kompozytów metalowych wzmacnianych fazami międzymetalicznymi. Dominujące kierunki badań w tej tematyce to:

- Badania właściwości lekkich kompozytów warstwowych magnez-fazy międzymetaliczne. Ten kierunek to kontynuacja tematyki podjętej w rozprawie doktorskiej. W latach 2007-2009 byłam głównym wykonawcą w grantie naukowo-badawczym MNiSW (poz. 6, punkt II-J, zał. 3), w ramach którego zostały przeprowadzone szczegółowe badania właściwości kompozytów. Oryginalne wyniki o charakterze poznawczym, uzyskane podczas realizacji projektu, zostały zaprezentowane w publikacji z bazy JCR (poz. 3, punkt II-A, zał. 3) oraz czasopismach punktowanych przez MNiSW – lista B (poz. 13,14,18, punkt II-E, zał. 3).
- Wytwarzanie, badania mikrostruktury i właściwości kompozytów warstwowych żelazo-fazy międzymetaliczne, nikiel-fazy międzymetaliczne, tytan-fazy międzymetaliczne. Po uzyskaniu stopnia doktora rozszerzyłam obszar zainteresowań naukowych o zagadnienia związane z wytwarzaniem, badaniem

mikrostruktury i właściwości kompozytów warstwowych o osnowie innych metali. Ta tematyka to bardzo interesujący i aktualny problem badawczy z uwagi na możliwość kształtowania w szerokim zakresie właściwości mechanicznych tego typu materiałów poprzez dobór metalu osnowy i metalu, który w trakcie procesu wytwarzania tworzy fazy międzymetaliczne z metalem osnowy. Badania nad kompozytami prowadzone były w zespołach badawczym w ramach realizacji prac statutowych (poz. 7,9,13,15,17 punkt II-J, zał. 3). Uzyskane wyniki zostały opublikowane w 2 publikacjach z bazy JCR (poz. 1,2, punkt II-A, zał. 3).

- Moja działalność badawcza w obszarze kompozytów metalowych wzmocnianych fazami międzymetalicznymi obejmowała również kompozyty włókniste o osnowie miedzi wzmocniane fazami międzymetalicznymi miedziowo-tytanowymi. Kompozyty włókniste otrzymano w następujący sposób. W pierwszym etapie wytwarzano kompozyty miedź-tytan metodą metalurgii proszków, które następnie były wyciskane metodą KOBO. Podczas wyciskania twarde cząstki wzmocniające ulegają deformacji plastycznej, przyjmując kształt włókien. Przeprowadzono badania mikrostruktury i właściwości kompozytów. Rezultaty badań zostały opublikowane (poz.12,16,21,29, punkt II-E, zał. 3). Metoda wytwarzania kompozytu jest przedmiotem patentu przygotowanego wspólnie z Prof. Włodzimierzem Bochniakiem z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (poz. 1, punkt II-C, zał. 3).

Od 2011 roku moja praca naukowo-badawcza jest głównie skoncentrowana na obróbce powierzchniowej magnezu i jego stopów. Prowadzę badania nad wytwarzaniem na magnezie warstw wierzchnich zawierających fazy międzymetaliczne metodą obróbki cieplno-chemicznej, stopowania laserowego oraz stopowania metodą spawalniczą. Zainteresowanie tą tematyką to wynik moich wcześniejszych eksperymentów nad wytwarzaniem lekkich kompozytów warstwowych na osnowie magnezu wzmocnianych fazami międzymetalicznymi magnezowo-aluminiowymi. Podjęcie tego problemu to włączenie się w nurt badań nad poprawą odporności na ścieranie i odporności na korozję warstwy wierzchniej magnezu w związku ze zwiększającym się zainteresowaniem badawczym i aplikacyjnym magnezem jako materiałem konstrukcyjnym. Obok monografii autorskiej, sześciu publikacji i dwóch patentów, które przedstawiam jako osiągnięcie naukowe częściowe wyniki badań zostały opublikowane w recenzowanych czasopismach wymienionych w wykazie MNiSzW - część B (poz.11,22-24,26,27,31,34, punkt II-E, zał. 3) oraz materiałach z konferencji międzynarodowych zarejestrowanych w Web of Science (poz. 25, 38, 44, punkt II-E, zał. 3).

Kontynuuję w dalszym ciągu tematykę badawczą dotyczącą modyfikacji warstwy wierzchniej magnezu i jego stopów. Obecnie prowadzę eksperymenty nad wytwarzaniem na magnezie warstw zawierających fazy międzymetaliczne metodą odlewniczą. Wstępne wyniki badań zostały opublikowane w publikacji w czasopiśmie Archives of Foundry Engineering (poz. 41, punkt II-E, zał. 3). W dalszym ciągu prowadzę badania dotyczące wytwarzania warstw stopowych na magnezie i jego stopach metodą obróbki cieplno-chemicznej. Ciekawy efekt modyfikacji warstwy wierzchniej został osiągnięty poprzez wygrzewanie próbek z magnezu i stopu AZ91 w kontakcie z pastą na bazie chlorku cynku. Metodą tą wytworzono na podłożu z magnezu warstwę wzbogaconą w cynk zawierającą fazę MgZn. Stosując jako podłoże stop AZ91 wytworzono warstwę wierzchnią wzbogaconą w cynk i aluminium zawierającą fazy międzymetaliczne Mg-Zn-Al. W porównaniu do metody obróbki cieplno-chemicznej z zastosowaniem proszków metali metoda ta jest bardziej ekonomiczna z uwagi na niższą cenę chlorku cynku zastosowanego jako źródło aktywnych atomów. Na podstawie

uzyskanych wyników badań zostały opracowane publikacje (poz. 42, 43 punkt II-E, zał. 3) oraz zgłoszenie patentowe (poz. 2, punkt II-C, zał. 3).

Od 2014 roku prowadzę współpracę z Instytutem Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa oraz Katedrą Chemii Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów na Politechnice Częstochowskiej. Zdobyte doświadczenie odnośnie preparatyki magnezu i jego stopów oraz analizy mikrostruktury tych materiałów zaowocowało podjęciem wspólnych badań z pracownikami Instytutu Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa. W pacach realizowanych w zespole badawczym zajmuję się zagadnieniami dotyczącymi analizy mikrostruktury stopów magnezu poddanych przeróbce plastycznej oraz wielowarstwowych wyrobów Al-Mg-Al wytwarzanych metodą walcowania na gorąco. Prowadzimy również badania nad możliwością odkształcania bimetalowych i warstwowych wyrobów Al-Mg, w których na granicy złącza występują fazy międzymetaliczne magnezowo-aluminiowe. Wynikiem tej współpracy są 4 publikacje w czasopismach znajdujących się w bazie JCR (poz. 4-7, punkt II-A, zał. 3). Współpraca z Panią dr. inż. Kariną Jagielską-Wiaderek z Katedry Chemii także zaowocowała wspólnymi publikacjami z listy A MNiSW (poz. 3,7, punkt I-B, zał. 3) oraz listy B (poz. 45, punkt II-E, zał. 3).

Po doktoracie w 2009 roku odbyłam staż przemysłowy w Kieleckiej Fabryce Pomp Białogon (głównie na Wydziale Odlewni). Opis stażu - poz. 1 punkt III-L, zał. 3. Staż umożliwił mi zdobycie doświadczenia zawodowego głównie z dziedziny odlewnictwa i metalurgii oraz rozszerzenie kontaktów z zakładami przemysłowymi. Z uwagi na zakres prowadzonych przeze mnie zajęć dydaktycznych było to bardzo cenne doświadczenie, gdyż znacznie poszerzyłam swoją wiedzę z zakresu technologii odlewniczej.

Ostatnio jestem zapraszana przez edytorów czasopism indeksowanych w JCR do recenzowania prac. Wykonałam recenzje czterech artykułów (punkt III-P, zał. 3).

5.3 Działalność organizacyjna

Prowadzę następującą działalność organizacyjną na rzecz Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn:

- od 1998 roku jestem Kierownikiem Laboratorium Odlewnictwa,
- w latach 2008-2015 byłam członkiem Rady Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn. W 2016 roku zostałam wybrana na następną kadencję do Rady Wydziału,
- w latach 2008-2012 byłam członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej,
- od 25.09.2008 do 31.08.2012 byłam członkiem Rady Programowej Centrum Kształcenia Ustawicznego Politechniki Świętokrzyskiej
- przez pięć lat (2010-2015) byłam Koordynatorem Projektu współfinansowanego przez Unię Europejską „Politechnika Świętokrzyska Uczelnia na miarę XXI w.” na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn (opis projektu - poz. 1, punkt III-A, zał. 3),
- w latach 2010-2011 przeprowadziłam modernizację Laboratorium Odlewnictwa. Brałam udział w przygotowaniu wniosków oraz koordynowałam zakup urządzeń do laboratorium Odlewnictwa z projektu „FOUNDLAB” (opis projektu - poz. 1, punkt III-Q, zał. 3).
- od września 2016 roku jestem członkiem Zespołu do spraw Jakości Kształcenia na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn

Od 2008 roku jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych

5.4 Działalność dydaktyczna

Obecnie prowadzone zajęcia:

- Techniki Wytwarzania I (Odlewnictwo), Kierunek Mechanika i Budowa Maszyn, Wzornictwo Przemysłowe, studia stacjonarne i niestacjonarne – wykład i laboratorium,
- Obróbka bezubytkowa (Odlewnictwo), Kierunek Automatyka i Robotyka, Transport, studia stacjonarne i niestacjonarne – wykład i laboratorium,
- Struktura i właściwości odlewów, Kierunek Mechanika i Budowa Maszyn, studia stacjonarne i niestacjonarne – wykład i laboratorium
- Mikroskopia optyczna i elektronowa, Kierunek Mechanika i Budowa Maszyn, studia stacjonarne i niestacjonarne – wykład i laboratorium.

Zajęcia prowadzone w przeszłości:

- Materiały narzędziowe, Kierunek Mechanika i Budowa Maszyn, studia stacjonarne, laboratorium,
- Odlewnictwo i spawalnictwo, Kierunek Mechanika i Budowa Maszyn, studia niestacjonarne, wykład i laboratorium,
- Zajęcia dydaktyczne w j.angielskim z przedmiotu „Manufacturing Processes”- 15 godz. laboratorium w części dotyczącej Odlewnictwa ze studentami z Turcji (5 osób) sem. letni 2011/2012 w ramach programu Erasmus.

Opracowanie programów dydaktycznych i sylabusów do prowadzonych przedmiotów.

Opieka naukowa nad studentami:

- Promotor pomocniczy w dwóch pracach doktorskich (poz.1,2 punkt III-K, zał. 3),
- Promotorstwo 8 prac dyplomowych na Kierunku Mechanika i Budowa Maszyn,
- Wykonanie recenzji 7 prac dyplomowych.

Opieka nad studentami:

- Opiekun grup studenckich na Kierunku Mechanika i Budowa Maszyn w latach 2004-2013,
- Opiekun studentów pierwszego i drugiego roku studiów II stopnia na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn 2014-2016.

5.5 Nagrody i wyróżnienia

- Nagroda Rektora II stopnia za pracę doktorską (14.10.2007),
- Nagroda zespołowa Rektora I stopnia za publikacje w znaczących czasopismach (14.10.2009),
- Nagroda zespołowa Rektora I stopnia za publikacje w czasopismach z listy filadelfijskiej i uzyskane patenty (14.10.2011),

- Nagroda Rektora II stopnia za działalność naukową (14.10.2016).

Renata Mola

Renata Mola