

Prof. dr hab. inż. Elżbieta Godlewska
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica Krakowie
Al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
Tel.: 126172536, 504174042
Email: godlewsk@agh.edu.pl

Kraków, 03-03-2019

OCENA

aktywności naukowej dr inż. Agnieszki Kochmańskiej oraz osiągnięcia naukowego stanowiącego cykl publikacji pt. „*Kształtowanie struktury żaroodpornych warstw aluminiakowych wytwarzanych metodą zawieszinową*” przygotowana w związku z postępowaniem habilitacyjnym (dziedzina nauki techniczne, dyscyplina inżynieria materiałowa)

Podstawa: pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, dr hab. inż. Mirosława Pajora z dnia 19.12.2018

Informacje ogólne

Dr inż. Agnieszka Kochmańska ukończyła studia magisterskie w 1999 r. na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej na kierunku Inżynieria Materiałowa, w specjalności *Przetwórstwo tworzyw sztucznych*. Jej praca dyplomowa wykonywana pod kierunkiem dr. hab. inż. Jerzego Kubickiego dotyczyła struktury i właściwości odlewniczych powłok ochronnych Al-Si na staliwie żarowytrzymałym. W roku 2000 została przyjęta na studia doktoranckie, które ukończyła sześć lat później. 25 kwietnia 2006 r. Rada Wydziału Mechanicznego Politechniki Szczecińskiej nadała pani Agnieszce Kochmańskiej stopień naukowy doktora nauk technicznych w dziedzinie *Budowa i Eksploatacja Maszyn* na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Powłoki ochronne Al-Si wytwarzane na staliwie żarowytrzymałym metodą

zawiesinową”. Promotorem był dr hab. inż. Jerzy Kubicki, Prof. PS. W tym samym roku dr Agnieszka Kochmańska została zatrudniona na stanowisku asystenta na swoim macierzystym wydziale a od 2007 r. do chwili obecnej jest adiunktem w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki.

Osiągnięcie naukowe w rozumieniu art.16 ust.2 ustawy z dn. 14 marca 2003 roku o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w zakresie Sztuki (Dz. U. nr 65 poz.595, Dz. U. z 2005 r. nr 164 poz.1365, Dz. U. z 2011 r. nr 84 poz.455) przedstawione przez dr inż. Agnieszkę Kochmańską, która ubiega się o stopień naukowy doktora habilitowanego, nosi tytuł „Kształtowanie struktury żaroodpornych warstw aluminiowych wytwarzanych metodą zawiesinową „. Jest to cykl publikacji obejmujący 14 artykułów oraz opis patentowy, zestawionych poniżej zgodnie z informacją zawartą w autoreferacie.

H1. Kochmańska A. (90%), Jarlaczyńska A.: Badanie mieszanin przeznaczonych do wytwarzania warstw metodą zawiesinową, 2013, Inżynieria Materiałowa nr 5, s. 477-480.

H2. Kochmańska A. (90%), Kochmański P.: Wpływ parametrów wytwarzania na strukturę i warstw otrzymanych metodą zawiesinową na stopie niklu, 2015, Inżynieria Materiałowa nr 6, s. 501-505.

H3. Kochmańska A. (100%): Żaroodporne, warstwy Al-Si wytworzone metodą zawiesinową na podłożu nadstopu niklu Inconel 617, 2012, Inżynieria Materiałowa nr 6, s. 609-612.

H4. Kochmańska A. (90%), Kochmański P.: Structure of Intermetallic Al-Si Coating on Inconel 617, 2014, Materials Science Forum Vol. 782 s. 594-597.

H5. Kochmańska A. (100%): Aluminiide coatings on Inconel 617 obtained by slurry method with inorganic binder, 2017, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 85/2, s. 49-55.

H6. Kochmańska A. (90%), Lenart S.: Powłoki, ochronne, na, bazie, aluminium, wytworzone na stopie tytanu, 2010, Inżynieria Materiałowa nr 4, s. 1018-1021.

H7. Kochmańska A. (90%), Kochmański P.: Charakterystyka i żaroodporność powłok Al-Si na stopie tytanu, 2011, Inżynieria Materiałowa nr 4, s. 481-484.

- H8. Kochmańska A. (100%): Microstructure of aluminide coatings on Ti6Al4V alloy produced by the slurry method with inorganic binder, 2018, International Journal of Materials Research Vol. 109, No 8 ,s. 735–742.
- H9. Kochmańska A. (70%), Garbiak M.: High-Temperature Diffusion Barrier for Ni-Cr Cast Steel, 2011, Defect and Diffusion Forum Vols. 312-315, s. 595-600.
- H10. Kochmańska A. (100%): Hot corrosion resistance properties of Al – Si coatings obtained by slurry method, 2012, Defect and Diffusion Forum Vols. 326-328, s. 273-278.
- H11. Kochmańska A. (100%): Microstructure of Al-Si Slurry Coatings on Austenitic High-Temperature Creep Resisting Cast Steel, 2018, Advances in Materials Science and Engineering, vol. 2018, Article ID 5473079, 12 pages, doi:10.1155/2018/5473079.
- H12. Kochmańska A. (80%), Kochmański P. (10%), Kawiak M. (10%): The structure of aluminide coatings on alloy steels in the area of the welded joints, 2017, Inżynieria Materiałowa nr 3, s. 131-136.
- H13. Kochmańska A. (95%), Gawdzińska, K., Żaroodporne powłoki Al-Si wytworzone metodą zawiesinową, 2012, Archives of Foundry Engineering Vol. 12, Issue 1/2012, s. 107-112.
- .H14. Kochmańska A. (90%), Kochmański P.: Aluminide Protective Coatings Obtained by Slurry Method, 2014, Materials Science Forum Vol. 782 s. 590-593.
- D1. Kochmańska A. (50%), Kubicki J. (50%), Sposób wytwarzania powłok ochronnych zabezpieczających elementy metalowe narażone na nawęglanie, utlenianie i wstrząsy cieplne, Patent PL Nr 209678.

Ocena istotnej aktywności naukowej

Zainteresowania naukowe dr inż. Agnieszki Kochmańskiej dotyczą zagadnień związanych z wykorzystaniem metody zawiesinowej do wytwarzania powłok Al-Si na podłożach metalicznych oraz z zastosowaniem skaningowej mikroskopii elektronowej i różnych technik analizy rentgenowskiej do charakterystyki materiałów. Z tą tematyką są była związana praca doktorska Habilitantki oraz projekty badawcze

(łącznie **12**), w których Habilitantka uczestniczyła jako wykonawca (**11**) lub którymi kierowała (**1**).

Do osiągnięć Habilitantki zaliczyć należy współudział w opracowaniu sposobu wytwarzania powłok ochronnych zabezpieczających elementy metalowe narażone na nawęglanie, utlenianie i wstrząsy cieplne, za które wynalazcy – Agnieszka Kochmańska i Jerzy Kubicki - uzyskali patent decyzją Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej w roku 2011. W autoreferacie brak informacji o ewentualnych wdrożeniach związanych z wymienionym patentem.

Na dorobek naukowy dr inż. Agnieszki Kochmańskiej składa się ogółem **48** publikacji (**39** po uzyskaniu stopnia doktora), w tym **15** artykułów opublikowanych w **czasopismach z bazy Journal of Citation Reports**. Publikacje te uzyskały łącznie **615** punktów według punktacji MNiSW (**532** po doktoracie). Sumaryczny współczynnik oddziaływania (**IF**) wynosi **19,868**. Liczba cytowań według bazy Web of Science wynosi – **53** (bez autocytowań **46**) a współczynnik Hirscha – **5**. Wśród prac najczęściej cytowanych tylko jedna jest taka, gdzie udział Habilitantki wynosi 100% (7 cytowań, 3 bez autocytowań) w pozostałych podaje udział od 5 do 35%. Wartości danych scjentometrycznych wyznaczone na podstawie 15 publikacji (12 współautorskich, w tym 3 gdzie Habilitantka jest pierwszym autorem) świadczą o umiarkowanym zainteresowaniu środowiska naukowego dorobkiem Habilitantki. Wśród czasopism o międzynarodowym obiegu, w których ukazały się wymienione prace, znajdują się *Advances in Materials Science and Engineering*, *Polish Journal of Chemical Technology*, *Defect and Diffusion Forum*, *Ceramics International*, *Polymer Engineering and Science*, *Thin Solid Films*, *Wear* i inne. W wielu przypadkach są to specjalne wydania pokonferencyjne lub czasopisma o niskim współczynniku oddziaływania, co bez wątpienia przyczynia się do stosunkowo małej liczby cytowań. Największą liczbę cytowań – 15 – uzyskał artykuł, który ukazał się w specjalnym numerze czasopisma *Wear* z 2007 roku, publikującym materiały pokonferencyjne (16th International Conference on Wear of Materials): Baranowska, J., Franklin, S. E., Kochmańska, A. „Wear behaviour of low-temperature gas nitrided austenitic stainless steel in a corrosive liquid environment” z szacowanym udziałem Habilitantki na poziomie 35%.

Na liście osiągnięć po doktoracie znajduje się 9 publikacji z bazy JCR, przedstawiających prace, w których uczestniczyła dr inż. Agnieszka Kochmańska w zakresie badań metodą skaningowej mikroskopii elektronowej oraz mikroanalizy rentgenowskiej (przeciętny udział 5 -10%). Ponadto w dorobku po doktoracie jest 16 publikacji w czasopismach spoza bazy JCR, w tym 10, gdzie Habilitantka jest pierwszym autorem. Tematyka tych ostatnich dotyczy wytwarzania, struktury i właściwości powłok Al-Si na podłożach metalicznych (stal, staliwo, stopy molibdenu).

Wyniki prac badawczych współautorstwa dr inż. Agnieszki Kochmańskiej były prezentowane głównie podczas krajowych konferencji (łącznie **10** referatów oraz **23** plakaty).

Zespoły badawcze, w których pracowała dr inż. Agnieszka Kochmańska uzyskały odpowiednio w latach 2007 i 2010 oraz 2012 i 2016 nagrody Rektora ZUT (II i III stopnia) za osiągnięcia naukowe. Ponadto w 2013 r. Agnieszka Kochmańska razem z Pawłem Kochmańskim otrzymali nagrodę za najlepszy poster (*Structure of Intermetallic Al-Si Coating on Inconel 617*) podczas 15th International Symposium on Metallography, w Starej Lesnej na Słowacji. W 2014 r. ten sam zespół został nagrodzony za poster „*Żaroodporne warstwy Al-Si wytworzone na stopie molibdenu TZM*” podczas IX Konferencji Naukowej Inżynieria Powierzchni, INPO w Wiśle.

W autoreferacie Habilitantka informuje o dwóch miesięcznych stażach przemysłowych w latach 1996 i 1998 (Odlewnia Doświadczalna PS oraz Allaround Ship Service) oraz o tym, że w latach 2012 – 2013 odbywała staż w ramach projektu „Innowacja poprzez komunikację” POKL 08.02.01-32-016/11 – w firmie Cargotec Poland Sp. z o. o. w Stargardzie. Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego miał na celu połączenie nauki z przemysłem a w szczególności nawiązanie szerszej współpracy pomiędzy ZUT i firmą Cargotec w zakresie zabezpieczeń korozyjnych konstrukcji stalowych. Celem dodatkowym było wypracowanie wspólnych standardów dotyczących badań korozyjnych i poszerzenie wiedzy ogólnej o zjawiskach korozyjnych, laboratoryjnych testach przyspieszonych jak i wiedzy na temat funkcjonowania dużej firmy przemysłowej.

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że od wielu lat Habilitantka intensywnie angażuje się we współpracę z przemysłem opracowując liczne ekspertyzy i wykonując badania na zlecenie (łącznie **35**). Dla firmy Seco/Warwick realizowała na przykład badania właściwości powłoki Al-Si naniesionej na stal wysokostopową stosowaną do konstrukcji retort do azotowania. W ostatnim czasie nawiązała współpracę z Instytutem Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie podejmując się badań warstw Al-Si na stopie cyrkonu stosowanego m.in. w elektrowniach jądrowych.

Całokształt przedstawionego dorobku naukowego uwidacznia sporą aktywność Habilitantki w obszarze poszukiwania rozwiązań technologicznych mających na celu poprawę odporności na utlenianie/korozję metalicznych materiałów konstrukcyjnych metodami inżynierii powierzchni, dobrą współpracę z przemysłem oraz umiejętność łączenia działalności naukowej z oczekiwaniami nowoczesnej gospodarki.

Ocena dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Dr inż. Agnieszka Kochmańska jest doświadczonym nauczycielem akademickim. Prowadziła zajęcia laboratoryjne, seminaria i wykłady z zakresu materiałoznawstwa, metod badań, korozji, inżynierii powierzchni i chemii. Opracowała cykle wykładów i zajęć laboratoryjnych z przedmiotów: *Metaliczne Tworzywa Konstrukcyjne i Funkcjonalne* (W, L), *Metody i Techniki Badań* (W, L), *Metody i Techniki Badań w Inżynierii Materiałowej* (W, S), *Surface Engineering* (Erasmus) (L).

Obecnie jest **promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim** mgr inż. Anety Jarlaczyńskiej. Praca doktorska dotyczy badania odporności na utlenianie warstw aluminiowych i krzemkowych wytworzonych na stopie molibdenu TZM i na czystym molibdenie. Ponadto Habilitantka była promotorem 18 prac dyplomowych, w tym 13 inżynierskich i 5 magisterskich. Współpracowała z studenckim kołem naukowym Solidus sprawując opiekę nad realizacją dwóch projektów. Była też opiekunem studenta z Brazylii, który przebywał w uczelni w ramach programu IAESTE.

Aktualnie jest opiekunem kierunku studiów Inżynieria Materiałowa na macierzystym Wydziale.

Na uwagę zasługuje działalność dydaktyczna poza uczelnią, a mianowicie wykłady dla pracowników firm: *Korozja i ochrona przed korozją* - cykl wykładów dla Cargotec Poland sp. z o.o. w 2011 r., *Korozja – odwieczny wróg nowej technologii* dla Bossard Poland sp. z o.o. (2014) oraz *Powłoki dekoracyjne* – jednodniowe szkolenie dla 3hape sp. z o.o. (2016).

W ramach popularyzowania nauki Habilitantka prowadzi wykłady i pokazy dotyczące mikroskopii elektronowej dla uczniów liceów i gimnazjów z województwa zachodniopomorskiego w ramach cyklicznej imprezy „Spotkania z nauką” oraz pokazy w czasie corocznych imprez Noc Naukowca, Moc Naukowca oraz Festiwal Nauki organizowanych przez ZUT w Szczecinie.

Przedstawione w autoreferacie fakty świadczą o umiejętnościach dydaktycznych i systematycznym udziale dr inż. Agnieszki Kochmańskiej w różnorodnych przedsięwzięciach związanych procesem kształcenia i popularyzacją wiedzy.

W autoreferacie nie ma danych na temat współpracy Habilitantki z zagranicznymi ośrodkami naukowymi. Ze względu na sytuację rodzinną dr inż. Agnieszka Kochmańska nie odbywała stażów w zagranicznych ośrodkach naukowych.

Ocena działalności organizacyjnej

W ramach działalności organizacyjnej dr inż. Agnieszka Kochmańska wymienia członkostwo w zespole ds. promocji Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki ZUT w Szczecinie, w Wydziałowej Komisji ds. Rekrutacji, Radzie Wydziału oraz Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia. Pracowała w Komitecie organizacyjnym obchodów 70-lecia tradycji akademickich na Wydziale oraz współredagowała książki związane z jubileuszem 70-lecia (2017) oraz 60-lecia Wydziału (2007)

Ponadto w latach 2006-2007 brała udział w realizacji dwóch projektów inwestycyjnych związanych z utworzeniem Laboratorium Badań Właściwości Materiałów (Biocentrum) oraz Laboratorium Inżynierii Powierzchni (TLIP) w Instytucie Inżynierii Materiałowej ZUT.

Jest członkiem, a od 2008 r. sekretarzem Stowarzyszenia Technicznego Odlewników Polskich Oddział Szczecin. W 2016 r. podczas konferencji technicznej w Krakowie otrzymała Złotą Odznakę STOP.

Podsumowując stwierdzam, że Habilitantka wykazuje dużą aktywność w działalności organizacyjnej na rzecz Wydziału, Uczelni oraz branżowego Stowarzyszenia Technicznego, w którym aktualnie pełni funkcję sekretarza.

Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe w rozumieniu art.16 ust.2 ustawy z dn. 14 marca 2003 roku o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w zakresie Sztuki (Dz. U. nr 65 poz.595, Dz. U. z 2005 r. nr 164 poz.1365, Dz. U. z 2011 r. nr 84 poz.455) przedstawione przez dr inż. Agnieszkę Kochmańską, która ubiega się o stopień naukowy doktora habilitowanego, to cykl publikacji zatytułowany „Kształtowanie struktury żaroodpornych warstw aluminiowych wytwarzanych metodą zawieszinową”.

Badania mające na celu poprawę właściwości użytkowych tworzyw metalicznych poprzez modyfikację warstwy wierzchniej lub wytworzenie na powierzchni powłoki o podwyższonej żaroodporności trwają na świecie od wielu lat a ich wyniki są szeroko publikowane w czasopiśmie, materiałach konferencyjnych, monografiach i opisach patentowych. Jest rzeczą znaną, że powłoki zbudowane z faz międzymetalicznych zawierających glin (powłoki aluminiowe) lub glin i chrom lub krzem wykazują bardzo dobre właściwości ochronne, gdyż wytwarzają na powierzchni cienkie i gazoszczelne warstwy tlenkowe, często o bardzo dobrej przyczepności, zapobiegając chemicznej degradacji podłoża metalicznego. Powłoki zawierające w składzie wymienione pierwiastki mogą być wytwarzane wieloma sposobami. Najbardziej atrakcyjne są oczywiście takie technologie, które nie wymagają stosowania próżni, skomplikowanej i kosztownej aparatury a jednocześnie umożliwiają kontrolę składu i struktury powłok oraz zapewniają otrzymywanie powtarzalnych wyników.

Cykl publikacji, który został przedstawiony do oceny, dotyczy wytwarzania oraz charakterystyki powłok Al-Si na stopach niklu, stalach, staliwach oraz stopach tytanu i molibdenu. W pracach, które Habilitantka rozpoczęła już na etapie pracy doktorskiej, zaproponowany został sposób nanoszenia powłok metodą zawiesinową, w której udało się wyeliminować rozpuszczalniki organiczne. Było to oryginalne osiągnięcie, które jest chronione patentem polskim przyznany w roku 2011. Szkoda, że twórcy nie postarali się o rozszerzenie zakresu ochrony co najmniej na obszar Europy. Wiadomo bowiem, że ochrona powierzchniowa powłokami malarskimi stanowi duży udział wśród całej gamy procesów modyfikacji powierzchni oraz że regulacje prawne z lat 90-tych ubiegłego wieku nakazują ograniczenie emisji lotnych związków organicznych do atmosfery. Na rynku pojawia się więc coraz więcej produktów zawierających rozpuszczalniki mniej toksyczne, często na bazie wody. Warto nadmienić, że w stosunkowo niedawno pojawił się artykuł przedstawiający nowe bardziej ekologiczne sposoby wytwarzania żaroodpornych powłok malarskich o kontrolowanym składzie: X. Montero, M.C. Galetz, M. Schutze, *A Novel Type of Environmentally Friendly Slurry Coatings*, JOM (2015).

Habilitantka opracowała skład zawiesiny, w której organiczny rozpuszczalnik został zastąpiony szkłem wodnym. W autoreferacie Autorka podkreśla, że zastosowanie proszków glinu/krzemu o większych rozmiarach cząstek niż w analogicznych produktach handlowych pozwala dodatkowo na obniżenie kosztów nanoszenia powłoki. W składzie zawiesiny znajduje się również mieszanina soli NaCl, KCl, NaF, które ułatwiają proces wytwarzania powłoki dyfuzyjnej, pełniąc rolę topników. Wsuszenie i wstępne utwardzanie powłoki jest możliwe w powietrzu już w temperaturze pokojowej lub po ogrzaniu do temperatury 40 °C, co jest dodatkowym atutem, gdyż odparowanie rozpuszczalników organicznych odbywa się zwykle w temperaturze wyższej. Zgodnie z opisem w autoreferacie, celem naukowym cyklu publikacji było zbadanie procesu formowania mikrostruktury warstw wytwarzanych metodą zawiesinową na różnych podłożach. Celem użytecznym było zaś opracowanie podstaw technologii wytwarzania warstw z zawiesiny zawierającej proszki glinu i krzemu, spoiwo nieorganiczne oraz halogenki litowców na różnych podłożach metalicznych. Dla osiągnięcia celu naukowego Habilitantka wykonała badania przemian zachodzących w zawiesinach podczas formowania warstw, określiła wpływ składu chemicznego zawiesin na mikrostrukturę warstw, zbadła wpływ parametrów

technologicznych na wytwarzanie warstw na stopach niklu, tytanu i żelaza. Ponadto zbadala wpływ atmosfery gazowej na skład i mikrostrukturę warstw stosując wygrzewanie w obojętnym gazie (argon) oraz w powietrzu. Wykorzystywane przy tym metody badań obejmowały analizę termogravimetryczną TG oraz różnicową kalorymetrię skaningową DSC, elektronową mikroskopię skaningową SEM, mikroanalizę rentgenowską EDS oraz WDS, dyfrakcję elektronów wstecznie rozproszonych EBSD oraz analizę fazową XRD.

Wyniki badań były sukcesywnie publikowane, jednak głównie w czasopismach o małym współczynniku oddziaływania oraz w wystąpieniach konferencyjnych. Prawdopodobnie ze względu na ograniczenie liczby stron w pokonferencyjnych specjalnych wydaniach czasopism artykuły są zazwyczaj bardzo krótkie (np. 4 strony z ilustracjami) i nie zawierają kompletnych danych. Dotyczy to zarówno opisu eksperymentów jak też pełnej dyskusji wyników. Załączone kopie publikacji są w wielu przypadkach nie dość czytelne a przez to utrudniają śledzenie przedstawionego w opisie słownym toku rozumowania. Niewątpliwym mankamentem tych publikacji jest brak obliczeń termodynamicznych i diagramów, które mogłyby uzasadnić niektóre wyniki analiz. Problemy nie rozstrzygnięte w pierwszych publikacjach często pozostają bez odpowiedzi. Dotyczy to m.in. interpretacji wyników badań mieszanin przeznaczonych do wytwarzania warstw (H1). Autorka nie wyjaśnia jakie procesy mogą być odpowiedzialne za efekty egzotermiczne w czasie wygrzewania mieszanin zawierających wiórki stopów, na które następnie były nanoszone powłoki. W publikacjach nie ma kompletnego opisu przemian, jakie zachodzą w warstwie zawiesziny w czasie suszenia i wygrzewania. Nie wiadomo na przykład, dlaczego składniki spoiwa nie są widoczne w składzie powłok (np. amorficzny lub krystaliczny SiO_2).

Powłoki nanoszone metodą zawieszinową tworzą się inaczej niż dyfuzyjne powłoki nanoszone ze złoza proszkowego, gdzie decydującą rolę odgrywają reakcje transportowe w fazie gazowej z udziałem halogenków oraz procesy dyfuzyjne w tworzących się fazach stałych. Zazwyczaj w czasie wygrzewania częściowo utwardzonej zawiesziny pojawia się faza ciekła i mechanizm wzrostu powłoki może być taki jak w pierwszych stadiach wytwarzania powłok metodą zanurzeniową. Oznacza to m. in. rozpuszczanie składników podłoża w warstewce ciekłego glinu.

Jak opisano w niedawno opublikowanym artykule *M.C. Galetz et al. Intermetallics 44 (2014)*, w tworzeniu powłoki bierze udział egzotermiczna reakcja, której efektem są fazy międzymetaliczne bogate w glin. Fazy wysokoglinowe typu NiAl_3 , TiAl_3 , Fe_2Al_5 nie są korzystnymi składnikami powłok ze względu na nadmierną kruchość a czasem również dość niską temperaturę topnienia (np. $854\text{ }^\circ\text{C}$ dla NiAl_3). Poza tym często są to fazy ściśle stechiometryczne, a więc można się spodziewać małej rozpuszczalności obcych atomów, w tym krzemu, który stanowi dodatkowy składnik badanych mieszanin. Opisane przez Habilitantkę eksperymenty polegające na zastąpieniu glinu w zawieszynie tlenkiem Al_2O_3 wykazały, że nie ma możliwości redukcji tlenku w środowisku reakcji, co zresztą można było przewidzieć na podstawie danych termodynamicznych. Podejście do opracowania wyników badań jest często „inżynierskie”, tzn. pokazuje tendencje, ale nie wyjaśnia mechanizmów. Opis wpływu parametrów technologicznych na budowę powłok nawet z zastosowaniem analizy statystycznej wielowymiarowej nie pozwala na ekstrapolację, ponieważ nie odnosi się do zjawisk leżących u podstaw procesów transportowych. Zakres zmienności parametrów jest stosunkowo wąski. Szkoda, że Habilitantka nie pokusiła się o napisanie monografii, w której można by rozszerzyć opis i wyjaśnić kinetykę i mechanizm wzrostu warstw na wybranych podłożach metalicznych. Opisane w pracy H9 badania markerowe przeprowadzone w celu wyjaśnienia mechanizmu tworzenia się warstw nie są miarodajne, ponieważ zastosowano marker o zbyt dużej średnicy. Właściwości transportowe wielu faz międzymetalicznych zawierających glin są opisane w literaturze i należałoby je po prostu zacytować. Słabą stroną cyklu publikacji jest niewątpliwie wielokrotne powtarzanie tych samych informacji we wprowadzeniu, dość wybiórcze cytowanie literatury (np. brak odniesień do prac o podobnej tematyce publikowanych przez naukowców z innych polskich ośrodków) oraz niepodejmowanie prób modyfikacji składu zawieszin w celu obniżenia aktywności glinu. W literaturze światowej są już przykłady wytwarzania warstw o kontrolowanym składzie chemicznym i fazowym metodą zawieszinową, w której stosuje się nieszkodliwe dla środowiska spoiwa.

W autoreferacie oraz w cyklu publikacji występuje sporo błędów nomenklaturowych, edytorskich i stwierdzeń dyskusyjnych. Na przykład badania odporności chemicznej powłok Al-Si (H10) są niefortunnie określone jako „hot corrosion” a w istocie dotyczą utleniania w wysokiej temperaturze. Termin „hot corrosion” odnosi się zazwyczaj do

korozji z udziałem osadów mineralnych lub stopionych soli zawierających składniki agresywne, takie jak chlor i/lub siarka w atmosferach redukujących lub utleniających. Konsekwentnie, ale nieprawidłowo Autorka stosuje nazwę „tlenek aluminium” zamiast tlenek glinu, wydzielenia „na tle” zamiast w osnowie innej fazy, etc. Nie można zgodzić się ze stwierdzeniem (H6) o tym, że rutil (TiO_2) w temperaturze przekraczającej 500-520 °C „...dyfunduje do wewnątrz a następnie rozpuszcza się w metalu...”. Ogólnie trzeba stwierdzić, że badania utleniania w powietrzu nie są najmocniejszą stroną cyklu publikacji. Opisy metodyki są niekompletne a wobec tego interpretacja nie zawsze uzasadniona wynikami badań.

Trzeba podkreślić, że warsztat badawczy dr inż. Agnieszki Kochmańskiej uległ wyraźnej poprawie na przestrzeni kilku lat i w publikacjach pojawiają się jakościowo lepsze ilustracje (obrazy mikroskopowe, wykresy), elementy nowoczesnego planowania eksperymentów oraz nowe metody i techniki badań (np. podejście do planowania eksperymentów dla procesów, na które ma wpływ wiele parametrów, analiza EBSD) i opracowania wyników. Doceniając te pozytywne zmiany nie można jednak pominąć faktu, że w dalszym ciągu interpretacja jest nazbyt powierzchowna.

Za wkład Habilitantki w rozwój inżynierii materiałowej, jako dyscypliny badającej związki pomiędzy sposobem wytwarzania, mikrostrukturą i właściwościami materiałów można uznać opracowanie energooszczędnej i ekologicznej technologii nanoszenia warstw Al-Si metodą zawiesinową, w której wyeliminowane zostały lotne związki organiczne oraz wykazanie, że ta metoda może być z powodzeniem stosowana do ochrony przed utlenianiem i nawęglaniem różnych materiałów metalicznych a także połączeń spawanych. Osiągnięcia Habilitantki byłby bardziej wartościowe, gdyby udało się opisać bardziej szczegółowo ewolucję struktury/mikrostruktury powłoki w trakcie wygrzewania w powietrzu oraz testów utleniania w oparciu o właściwości transportowe poszczególnych faz. Takiego wnikliwego spojrzenia w dyskusji brakuje. Można natomiast odnieść wrażenie, że Habiliitantka eksploatuje sposób wytwarzania powłoki opracowany już w pracy magisterskiej, stosując w dalszych badaniach różne podłoża metaliczne, na które jest nanoszona w podobny sposób zawiesina o podobnym składzie.

Ocena końcowa

Na podstawie analizy osiągnięcia naukowego w postaci cyklu publikacji zatytułowanego „*Kształtowanie struktury żaroodpornych warstw aluminiokowych wytwarzanych metodą zawieszinową*” oraz aktywności naukowej, dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej oraz osiągnięć w pracy organizacyjnej dr inż. Agnieszki Kochmańskiej, adiunkta na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie oświadczam, co następuje:

- Dorobek naukowy Habilitantki został istotnie powiększony po uzyskaniu stopnia doktora.
- Uwidacznia skuteczność Habilitantki w poszukiwaniu nowych obszarów zastosowań dla opracowanej technologii nanoszenia powłok ochronnych metodą zawieszinową poprzez systematyczne rozszerzanie kontaktów i nawiązywanie współpracy z przemysłem.
- W zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej Habilitantka spełnia większość kryteriów, wymienionych w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r.
- Słabą stroną dokumentacji jest niewielka liczba publikacji o zasięgu międzynarodowym oraz niedostatki merytoryczne i redakcyjne przedstawionego do oceny osiągnięcia naukowego.
- Mocną stroną osiągnięcia naukowego jest udowodnienie możliwości modyfikowania powierzchni stopów żelaza, niklu, tytanu i molibdenu powłokami zawierającymi glin za pomocą energooszczędnej i ekologicznej metody zawieszinowej.

W związku z powyższym uważam, że wniosek dr inż. Agnieszki Kochmańskiej o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie Nauki Technicznej w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa formalnie spełnia podstawowe wymogi Ustawy.

F. Górecki