



**INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ
im. Henryka Niewodniczańskiego
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

Prof. dr hab. Marta Wolny-Marszałek
ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków
tel. +48 12 6628323
e-mail: Marta.Marszalek@ifj.edu.pl

Kraków, 10.02.2023 r.

Recenzja

**w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr.
Dariuszowi Chocykowi
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne**

Podstawa prawna i formalna opracowania recenzji

Recenzję przygotowano na podstawie następującej dokumentacji:

- 1) ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z uwzględnieniem art. 179 ust. 6 pkt 2 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę- Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2020 poz.85 z późn. zm.),
- 2) decyzji Rady Dyscypliny Nauki Fizyczne AGH o powołaniu mnie na członka i recenzenta komisji habilitacyjnej w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne, dr. Dariuszowi Chocykowi przekazanej pismem Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki Fizyczne z dnia 14 grudnia 2022 roku,
- 3) wniosku dr Dariusza Chocyka z dnia 29.07.2022 r. skierowanego do Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk fizycznych (Wniosek_przewodni_PL.pdf),
- 4) autoreferatu Wnioskodawcy wraz z monotematycznym cyklem 12 publikacji pod wspólnym tytułem „Naprężenia w metalicznych układach cienkowarstwowych” w języku polskim i angielskim; (Z3_Autoreferat_PL.pdf, A3_Autoreferat_EN.pdf),
- 5) oświadczeń współautorów prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego (Z5_Oswiadczenia_wspolautorow_PL.pdf),

- 6) odpisu dyplomu doktorskiego Pana Dariusza Chocyka wydanego 6.04.2001 r, przez Wydział Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (Z2_KopiaOdpisuDyplomuDr.pdf),
- 7) wykazu osiągnięć naukowych Wnioskodawcy (Z4_Wykaz_osiagniec_naukowych_PL.pdf),
- 8) kopii 12 prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego (Z6_Kopie_prac_PL.pdf).

Przebieg pracy naukowej, aktywność naukowa, działalności organizacyjna, dydaktyczna i popularyzatorska

Dr Dariusz Chocyk wykształcenie zawodowe w dziedzinie nauk fizycznych zdobył na Wydziale Matematyki i Fizyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, gdzie w roku 1992 obronił pracę magisterską zatytułowaną „Reakcje podwójnej wymiany ładunku w Fe”. Stopień doktora otrzymał w roku 2001 na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie broniąc pracy zatytułowanej „Niezwiérciadlane rozpraszanie promieniowania rentgenowskiego w układach wielowarstwowych” wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Grzegorza Gładyszewskiego. Bezpośrednio po studiach podjął pracę w Instytucie Fizyki na Wydziale Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej, gdzie początkowo był zatrudniony jako asystent a od roku 2003 jako adiunkt. Od roku 2013 pracuje jako adiunkt w Katedrze Fizyki Stosowanej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej.

Sumaryczny dorobek publikacyjny dr. Chocyka, włączając weń 12 publikacji wybranych jako własne osiągnięcie naukowe, wynosi 54 prace oraz 1 rozdział w monografii wydanej przez wydawnictwo Springer w serii *Springer Proceedings in Energy* opublikowany wraz z siedmiorgiem współautorów. Publikacje te ukazały się w czasopismach o dość niskim impact faktorze, pomiędzy 0.4 a 1.5, takich jak *Microelectronic Engineering*, *Optica Applicata*, *Crystal Research and Technology*, *Solid State Phenomena*, *Acta Physica Polonica A*. Niezbyt liczne publikacje, które ukazały się w czasopismach wyższej rangi najczęściej nie są związane z głównym nurtem zainteresowań i ekspertyzy Habilitanta. Sumaryczny impact factor publikacji dr. Chocyka według listy *Journal Citation Reports* zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 78.437 co daje średni impact factor 1.45. Prace te były cytowane 340 razy (299 bez autocytowań), przy czym najczęściej cytowane były prace niewłączone do ocenianego osiągnięcia. Indeks Hirscha dla tych prac w dniu sporządzenia wniosku wynosił 12.

Dr. Chocyk w ciągu swojego życia zawodowego wygłosił zaledwie 4 referaty ustne na 3 konferencjach międzynarodowych i 1 krajowej, po raz ostatni miało to miejsce 10 lat temu. Ponadto wygłosił 9 referatów na uczelniach krajowych i zagranicznych. W 2011 roku uczestniczył w pracach Komitetu Organizacyjnego XLI Zjazdu Fizyków Polskich.

Habilitant w latach 2002-2014 był głównym wykonawcą dwóch projektów Komitetu Badań Naukowych, dotyczących badania naprężeń w metalicznych układach wielowarstwowych, jednego projektu MNiSW dotyczącego badania właściwości mechanicznych i funkcjonalnych biodegradowalnych materiałów opakowaniowych wytwarzanych ze skrobi termoplastycznej oraz uczestniczył w projekcie współpracy polsko-francuskiej POLONIUM (2000-2001) dotyczącym zastosowania metod doświadczalnych oraz

symulacji numerycznych dyfrakcji promieni rentgenowskich w przypadku koherentnych struktur wielowarstwowych. W latach 2009 – 2011 kierował projektem badawczym MNiSW, zajmując się badaniem naprężeń w metalicznych układach wielowarstwowych w trakcie wygrzewania metodą pomiaru skanowania powierzchni i metodami symulacji numerycznych.

Dr Chocyk odbył przed doktoratem krótki staż w Katedrze Elektroniki, Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, a po doktoracie kilka krótkich staży w Laboratoire TECSSEN, Université d'Aix-Marseille oraz w Laboratoire de Metallurgie Physique, Université de Poitiers w ramach współpracy naukowej oraz w ramach projektu POLONIUM (2000, 2001). Ostatni z tych staży miał miejsce w roku 2003, natomiast nie jest znany czas trwania tych wizyt naukowych. W ramach programu Erasmus odwiedził następujące uczelnie zagraniczne: P. Cezanne University w Marsylii, Politechnika Słowacka w Bratysławie, Politechnika w Lizbonie, Université de Poitiers, University of Pristina in Kosovska Mitrovica, prowadząc w dwóch z nich zajęcia/wykłady dla studentów.

Habilitant wykonał wiele (36) recenzji publikacji dla czasopism międzynarodowych oraz dwie recenzje wydawnicze dla Wydawnictwa Naukowego PWN. Równie bogata jest jego działalność dydaktyczna – prowadził szereg wykładów, laboratoriów i ćwiczeń z fizyki w języku polskim i angielskim, pełnił funkcję wydziałowego koordynatora programu Erasmus (2008-2012). Był promotorem dwóch prac magisterskich.

Jego działalność została doceniona przez Rektora Politechniki Lubelskiej przyznaniem mu 6 zespołowych nagród i jednej indywidualnej nagrody za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne.

Podsumowując, biorąc pod uwagę okres trwania jego działalności zawodowej, aktywność naukową dr. Chocyka uważam za skromną.

Habilitant nie ma w swojej karierze dłuższego stażu w innej instytucji niż macierzysta i nie ma publikacji z zagranicznymi afiliacjami, z przedstawionej dokumentacji wynika jedynie, że kilkakrotnie wyjeżdżał za granicę w ramach współpracy realizowanej w uczelni czego rezultatem są publikacje z udziałem zagranicznych współpracowników. Zatem można uznać, że warunek prowadzenia badań w różnych instytucjach naukowych jest w pewnym stopniu spełniony.

Ocena osiągnięcia habilitacyjnego

Recenzowany wniosek habilitacyjny oceniony jest pod kątem spełnienia kryteriów określonych w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z uwzględnieniem art. 179 ust. 6 pkt 2 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę- Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Jako osiągnięcia naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr Dariusz Chocyk przedstawił cykl siedmiu wieloautorskich publikacji objętych wspólnym tytułem „*Naprężenia w metalicznych układach cienkowarstwowych*” wymienionych poniżej zgodnie z numeracją przyjętą w autoreferacie:

[H1] **D. Chocyk**, T. Zientarski, A. Prószyński, T. Pieńkos, L. Gładyszewski, G. Gładyszewski, „Evolution of stress and structure in Cu thin films”, *Crystal Research and Technology* 40, (2005) 509-516.

[H2] T. Zientarski, **D. Chocyk**, „Strain and structure in nano Ag films deposited on Au: molecular dynamics simulation”, *Applied Surface Science* 306 (2014) 56-59.

[H3] T. Zientarski, **D. Chocyk**, „Structure and stress in Cu/Au and Fe/Au systems: A molecular dynamics study”, *Thin Solid Films* 562 (2014) 347-352.

[H4] T. Zientarski, **D. Chocyk**, „Stress induced grain boundaries in thin Co layer deposited on Au and Cu”, *Applied Physics A*, 122 (2016) 908-913.

[H5] **D. Chocyk**, T. Zientarski, „The effect of size on structure and stress in grained films”, *Materials Science and Technology* 36 (9) (2020) 966-971.

[H6] G. Gładyszewski, **D. Chocyk**, A. Prószyński, T. Pieńkos, „Stress development during intermitted evaporation of Cu and Ag on silicon”, *Microelectronic Engineering* Vol. 83 (2006) 2351-2354.

[H7] **D. Chocyk**, A. Prószyński, G. Gładyszewski, T. Pieńkos, L. Gładyszewski, „Post-deposition stress evolution in Cu and Ag thin films”, *Optica Applicata* Vol. 35 (3) (2005) 419-424.

[H8] **D. Chocyk**, A. Prószyński, G. Gładyszewski, „Diffusional creep induced stress relaxation in thin Cu films on silicon”, *Microelectronic Engineering* 85 (2008) 2179-2182.

[H9] **D. Chocyk**, A. Prószyński, G. Gładyszewski, „Effect of annealing on the mechanical behaviour of Au/Cu and Cu/Au bilayers on silicon”, *Crystal Research and Technology* 45 (12) (2010) 1272-1276.

[H10] **D. Chocyk**, A. Prószyński, G. Gładyszewski, „Stress evolution during annealing of Cu/Au, Cu/Ag and Au/Ag bilayers”, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 12 (11), (2012) 8647-8650.

[H11] **D. Chocyk**, „Structure and stress in Au/Cu two-layer system during annealing at different temperature”, *Acta Physica Polonica A* 130 (2016) 1118-1120.

[H12] **D. Chocyk**, A. Prószyński, „Stress evolution of Au/Cu/Au tri-layer systems during annealing”, *Applied Surface Science* 260 (2012) 65-68.

Wszystkie prace wchodzące w skład osiągnięcia dotyczą badania naprężeń powstających w metalicznych układach cienkowarstwowych podczas ich wytwarzania lub zmiany temperatury stanowiąc cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Ze względu na fakt, że prace te powstały w okresie reformowania prawnych regulacji dotyczących nauki cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych częściowo ujęty jest w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym, częściowo zaś w części A wykazu czasopism naukowych ustalonego na podstawie przepisów wydanych na podstawie art. 44 ust. 2 ustawy obowiązującej do 1. 10. 2018 roku.

Wyżej wymienione artykuły pochodzą z lat 2005-2020, a wszystkie czasopisma, w których zostały opublikowane spełniają wymogi ustawowe, co pozwala formalnie zaliczyć cykl jako osiągnięcie habilitacyjne.

Wśród tytułów czasopism dominują pozycje zaliczane w bazie Web of Science do nauk fizycznych lub inżynierii materiałowej, znajdujące się w indeksie SCIE (Science Citation Index Expanded) w trzecim lub czwartym kwartylu. Wyjątek stanowi tu czasopismo Applied Surface Science zaliczane do pierwszego kwartyłu w obu dyscyplinach. Czasopisma stanowiące podstawę osiągnięcia habilitacyjnego kandydata są oceniane przez MEiN na poziomie 15-30 (lub 40-70) punktów, podobnie jak powyżej wyjątek stanowi tu czasopismo Applied Surface Science (35/140 punktów). Impact factor tych czasopism znajduje się w przedziale 0.459-2.711, sumaryczny impact factor dla czasopism wchodzących w skład osiągnięcia wynosi 16,831, co daje średnią wartość 1,4 na czasopismo. Artykuły te, w dniu sporządzania wniosku cytowane były 64 razy, a z wyłączeniem autocytowań około 50 razy.

Prace powstały w latach 2005-2020 podczas działalności naukowej dr. Chocyka w Politechnice Lubelskiej. Oświadczenia współautorów i Habilitanta wskazują, że jego wkład w koncepcję badania, wykonywanie pomiarów, analizę danych i obliczenia teoretyczne w większości prac przedstawionych jako osiągnięcie habilitacyjne jest dominujący o czym może również świadczyć fakt, że dr Chocyk jest pierwszym autorem w ośmiu, a autorem korespondencyjnym w pięciu publikacjach. Moje zdziwienie budzą jedynie oświadczenia dotyczące pracy H1, gdzie współautorów jest najwięcej, bo pięciu. Stwierdzają oni kolejno, że ich wkład w powstanie tej publikacji obejmował sformułowanie celów badawczych, zaplanowanie ich realizacji, wykonanie pomiarów dyfrakcyjnych, mikroskopii sił atomowych i naprężeń, analizę wykonanych pomiarów, przygotowanie manuskryptu, korespondencję z edytorem, udział w przygotowaniu odpowiedzi dla recenzentów oraz korektę manuskryptu zgodnie z uwagami recenzentów. Nieuchronnie pojawia się zatem pytanie w jaki sposób Habilitant wyliczył swój 55 % wkład w powstanie tej pracy, składając oświadczenie niemalże zgodne z oświadczeniem dr. hab. Tomasza Zientarskiego, który realizację wykonywanych przez siebie zadań ocenił na 25%? Pomimo tej wątpliwości stwierdzam na podstawie oświadczeń Habilitanta i współautorów, że cykl pozostałych 11 publikacji stanowiących osiągnięcie „*Naprężenia w metalicznych układach cienkowarstwowych*” jest samodzielnym dorobkiem Habilitanta i może być rozpatrywany jako podstawa do uzyskania przez dr. Chocyka stopnia doktora habilitowanego.

Tematyka osiągnięcia dotyczy istotnego problemu dotyczącego naprężeń powstających podczas depozycji lub zmian temperatury w polikrystalicznych, metalicznych układach cienkowarstwowych znajdujących zastosowanie w elektronice. Jest to problem znany od wielu lat i dość szczegółowo badany w przypadku warstw epitaksjalnych, natomiast nieco gorzej rozpoznany w układach polikrystalicznych, ponieważ zmiany zależą od bardzo wielu czynników takich jak właściwości osadzanego materiału, warunki nanoszenia lub mikrostruktura warstwy.

Badaniom tego problemu Habilitant poświęcił swoje osiągnięcie prowadząc systematyczne pomiary eksperymentalne poparte analizą teoretyczną i uzupełniając w ten sposób zasób wiedzy w tej dziedzinie. W pracach doświadczalnych zastosowano

jednowiązkową metodę skanowania wiązką laserową powierzchni próbki w celu wyznaczenia jej promienia krzywizny, badania te w pracach [H7, H10, H11 i H12] były uzupełnione pomiarami dyfrakcji i reflektometrii promieniowania rentgenowskiego, a publikacja [H1] zawiera również mikroskopowe obrazy powierzchni próbki.

Prace wchodzące w skład osiągnięcia można podzielić na dwie grupy; prace czysto eksperymentalne, w których badane są naprężenia w warstwach pojedynczych, dwuwarstwach i wielowarstwach w zależności od różnych parametrów procesu depozycji oraz prace z zastosowaniem symulacji komputerowych do badania naprężeń na podstawie autorskiego modelu wzrostu układów cienkowarstwowych na podłożach krystalicznych. Z tego podziału wyłamuje się praca [H1] zawierająca zarówno wyniki badań eksperymentalnych jak i wyniki symulacji. W pracy tej przeprowadzono pomiary ewolucji naprężeń w trakcie depozycji warstw miedzianych oraz po przerwaniu procesu osadzania jak również symulacje wzrostu warstw metodą dynamiki molekularnej. Pomiary naprężeń dla warstw deponowanych z różnymi szybkościami oraz po przerwaniu procesu nanoszenia pokazały dwa rodzaje zmian naprężenia: dla małych i dużych szybkości osadzania, różniące się rodzajem i wielkością naprężeń. Symulacje depozycji warstw wykonane metodą dynamiki molekularnej przy użyciu potencjału Lennarda-Jonesa pokazały, że proces wzrostu jest wyspowy (Volmer-Weber), a obliczone krzywe zmian naprężenia jakościowo były zgodne z interpretacją eksperymentu. Dodatkowo model wykazał bezpośrednią korelację pomiędzy maksimum naprężenia rozciągającego, a średnią wielkością wysp atomowych powstałych podczas osadzania atomów.

Grupa prac opisujących wyniki symulacji naprężeń powstających podczas nanoszenia Ag, Fe, Cu i Co na złocie oraz Co na miedzi [H2-H4] przedstawia model oparty na symulacji metodą dynamiki molekularnej z oddziaływaniami atomu zanurzonego w chmurze elektronów (Embedded Atom Method - EAM), zakładający że energia oddziaływań zależy od bezpośredniego oddziaływania atomów oraz od otaczających je elektronów. W pracach H2 i H3 przeprowadzono symulacje osadzania atomów miedzi, srebra i żelaza na podłożu pokrytym warstwami złota dla temperatur z zakresu 300–1000K. Przed rozpoczęciem symulacji depozycji warstw Ag, Fe i Cu na Au wykazano, że naniesiona warstwa Au ulegała rekonstrukcji typu (1x2). Trwałość tej rekonstrukcji zależała od rodzaju kolejno nanoszonej warstwy. Srebro zaburzało rekonstrukcję złota prowadząc do powstania struktury regularnej ściennie centrowanej i w konsekwencji powstawania stosunkowo dużych naprężeń ściskających, najsilniejszych w warstwach przypowierzchniowych i determinujących wielkość całkowitego naprężenia w warstwie Ag. W przypadku Cu i Fe deponowanych na Au, a wybranych ze względu na dużą różnicę stałych sieci [H3], atomy Cu nie zaburzały rekonstrukcji warstwy złota odtwarzając jej strukturę podczas wzrostu, co było powodem występowania w warstwach miedzi dość dużych naprężeń ściskających. Natomiast atomy żelaza zaburzały rekonstrukcję warstwy złota, prowadząc do jej przekształcenia w strukturę regularną ściennie centrowaną, skutkującą dużą wartością naprężenia ściskającego na początkowym etapie nanoszenia przechodzącego w naprężenia rozciągające w kolejnych etapach procesu depozycji. Analiza struktury układów Co na Au [H4] pokazała, że warstwa Co ma ziarnistą mikrostrukturę i w ziarnach obserwowana jest struktura heksagonalna gęstego upakowania, a atomy w obszarach międzyziarnowych mają strukturę kubiczną ściennie centrowaną. Ta obserwacja była zapewne przyczyną powstania pracy [H5], która opisuje symulacje nanoszenia cienkich warstw na

powierzchni składającej się z ziaren i granic międzyziarnowych. W tym przypadku ponownie zastosowano potencjał Lennarda-Jonesa, a modelowanie przeprowadzono dla różnych wartości odległości między ziarnami oraz dla dwóch różnych względnych rozmiarów nanoszonych atomów. Stwierdzono, że nanoszone atomy powodują zmiany struktury ziarna i przeprowadzono analizę zmiany naprężeń w zależności od względnych rozmiarów nanoszonych atomów oraz procesu relaksacji naprężeń. Te prace [H2-H5] w moim przekonaniu przynoszą nową i interesującą informację o oddziaływaniach pomiędzy atomami podczas procesu nanoszenia i powstających w wyniku tych oddziaływań naprężeniach.

Pozostałe publikacje wchodzące w skład osiągnięcia [H6-H12] to prace czysto eksperymentalne opisujące wyniki pomiarów naprężeń metodą skanowania wiązką laserową powierzchni próbki i wyznaczania jej promienia krzywizny w zależności od zmiennych parametrów procesu technologicznego. Zmieniane parametry to grubość badanych warstw, ich wygrzewanie oraz przerywanie procesu depozycji. Praca [H6] zajmująca się efektami związanymi z przerywaniem procesu depozycji opisuje podobne zmiany naprężeń dla warstw Ag i Cu, dla których we wczesnych stadiach wzrostu widoczne jest naprężenie rozciągające, które w kolejnych etapach wzrostu sukcesywnie ewoluuje w kierunku naprężeń ściskających, natomiast w okresach przerwy w osadzaniu naprężenia pozostawały niezmiennie. Odwracalna relaksacja naprężeń tłumaczona jest niewielkim udziałem napięcia powierzchniowego w średnim naprężeniu naniesionych warstw. Wyniki uzyskane dla warstw Au są inne, od początku depozycji warstwa poddawana jest naprężeniu rozciągającemu, które nie zmienia swojego charakteru do końca procesu. Prace H7 i H8 stanowią kontynuację tych badań, ponownie obiektem badań są warstwy Cu i Ag o zmiennej grubości [H7] mierzone po depozycji oraz dodatkowo naprężenia w warstwie Cu badane są podczas wygrzewania termicznego [H8]. W pierwszym przypadku zauważono, że zmiany naprężeń po zakończeniu procesu depozycji są wynikiem dwóch procesów o różnej szybkości: wypełniania obszarów międzyziarnowych przez nadmiar atomów i koalescencję wysp. Pierwszy z nich jest szybki i zmniejsza naprężenia ściskające, natomiast proces koalescencji wysp generuje naprężenie rozciągające i jest procesem dużo wolniejszym. Wygrzewanie warstwy Cu po depozycji pokazało, że głównym mechanizmem odpowiedzialnym za zmiany naprężeń są procesy dyfuzyjne zachodzące na granicach ziaren. Kolejne prace wchodzące w skład osiągnięcia dotyczą zmian naprężeń w układach dwuwarstw metalicznych podczas procesu ich wygrzewania po zakończeniu procesu depozycji [H9, Au/Cu, Cu/Au], [H10, Au/Cu, Cu/Au, Ag/Cu, Cu/Ag, Au/Ag i Ag/Au], [H11 Au/Cu]. Ogólna obserwacja dla tych pomiarów to dla wszystkich układów podczas osadzania, od momentu rozpoczęcia procesu nanoszenia pierwszej warstwy do końca osadzenia drugiej, istniały tylko naprężenia rozciągające. Podczas wygrzewania po depozycji we wszystkich przypadkach otrzymano zależności wskazujące duże podobieństwa do zależności naprężenia od temperatury dla układów jednowarstwowych. Również w tym przypadku procesy dyfuzyjne stanowią dominujący mechanizm procesów relaksacji naprężenia, jednakże w układach dwuwarstwowych dyfuzja jest bardziej złożonym procesem niż w układach pojedynczych warstw powodując ewolucję mikrostruktury podczas większej liczbie cykli termicznych. Dodatkowo w pracy [H11] zaobserwowano powstawanie warstwy stopu $AuCu_3$ po wygrzewaniu w temperaturze $290^\circ C$. Ostatnia z prac cyklu [H12] dotyczy badania naprężeń podczas procesu nanoszenia i podczas wygrzewania po depozycji układu trójwarstwowego

Au/Cu/Au o stałej grubości warstwy Au i zmiennej grubości warstwy Cu. Podobnie jak w przypadku dwuwarstw we wszystkich przypadkach podczas całego procesu nanoszenia warstw występowały wyłącznie naprężenia rozciągające. Podczas wygrzewania nieodwracalną zmianę naprężenia rozciągającego obserwowano dla pierwszego cyklu wygrzewania. W kolejnych cyklach wygrzewania - wartość początkowa i końcowa naprężenia była taka sama oraz obserwowano znaczne wydłużenie się zakresu odkształceń sprężystych w porównaniu z układami dwuwarstwowymi i jednowarstwowymi.

Niestety opis osiągnięcia dr. Chocyka pozostawia pewien niedosyt. Po pierwsze nie widzę związku pomiędzy publikacjami opisującymi wyniki modelowania komputerowego, ani wykorzystania ich w pracy doświadczalnej. A szkoda, bo modelowanie warstwy złota i zachodzącej w niej rekonstrukcji, a następnie struktury kolejnych nanoszonych na złoto warstw przynosi intrygujące wyniki i aż się prosi o eksperymentalne potwierdzenie tych spostrzeżeń. Po drugie, publikacje tworzące osiągnięcie prezentują wyniki badań według identycznego schematu i opierają się, z małymi wyjątkami, na jednej tylko metodzie skanowania wiązką laserową powierzchni próbki w celu wyznaczenia jej promienia krzywizny, co nie pozwala na ocenę szerszych kompetencji Habilitanta. Ponadto brakuje mi nieco syntetycznego opisu prowadzonych badań oraz ogólnych wniosków z nich wypływających, dlatego mam problem z określeniem znaczenia przedstawionych wyników i oceną ich wkładu w rozwój dyscypliny nauki fizyczne. Wyniki wielu lat pracy dr. Dariusza Chocyka mają, moim zdaniem, pewne znaczenie z punktu widzenia poznawczego i badań nad naprężeniami powstającymi w układach cienkowarstwowych podczas ich nanoszenia i obróbki termicznej, jednakże brakuje mi zarówno weryfikacji obserwowanych zjawisk innymi technikami badawczymi jak również wykorzystania niewątpliwych umiejętności Habilitanta w zakresie modelowania komputerowego do opisu uzyskanych danych doświadczalnych. Niszowy charakter wyników prac włączonych w skład osiągnięcia potwierdza również dość skromne zainteresowanie innych badaczy wyrażające się poprzez stosunkowo niską liczbę ich cytowań w odniesieniu do czasu tworzenia przedstawionych publikacji.

Kandydat ma bardzo małe doświadczenie w prowadzeniu badań w zagranicznych ośrodkach naukowych i w rozpowszechnianiu wyników naukowych na międzynarodowych konferencjach, co rzutuje na jego rozpoznawalność w międzynarodowym środowisku naukowym. W szczególności wydaje się, że odbycie dłuższego stażu zagranicznego w dobrym ośrodku naukowym miałyby istotny wpływ na rozwój naukowy Kandydata.

Podsumowując stwierdzam, że przedstawione mi do oceny materiały dotyczące dorobku naukowego dr. Dariusza Chocyka spełniają warunki formalne do dopuszczenia Kandydata do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego. Biorąc jednak pod uwagę powyższe komentarze wynikające z konieczności uwzględnienia zapisów art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce wnioskuję jednocześnie o przeprowadzenie przez komisję habilitacyjną kolokwium habilitacyjnego w zakresie osiągnięć naukowych Kandydata.

Marta Jasztaluk