

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Rokosz
Politechnika Koszalińska
ul. Śniadeckich 2; PL 75-453 Koszalin
tel. 94 3478 354, e-mail: rokosz@tu.koszalin.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
mgr inż. Wiktorii Lipińskiej
pt. "FABRICATION OF GOLD, COPPER AND TITANIUM
NANOSTRUCTURES OBTAINED DURING THERMAL PROCESSING
AND THEIR CHARACTERISTICS"

Podstawę opracowania recenzji stanowi pismo Zastępcy Dyrektora Instytutu Maszyn Przepływowych im. Roberta Szewalskiego Polskiej Akademii Nauk dr hab. inż. Grzegorza Żywica z dnia 14 marca 2024. Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pod tytułem "Fabrication of gold, copper and titanium nanostructures obtained during thermal processing and their characteristics" przygotowana w języku angielskim przez mgr inż. Wiktorię Lipińską, pod opieką dr hab. inż. Katarzyny Siuzdak, prof. IMP PAN. Należy zaznaczyć, że wyniki badań zaprezentowane w rozprawie doktorskiej zostały częściowo sfinansowane w ramach grantu ze środków Narodowego Centrum Nauki zatytułowanym *Ordered mosaic of the bimetallic Au-Cu nanoparticles onto the conductive substrate – fabrication and properties* (grant Preludium-18, nr. umowy 2019/35/N/ST5/02604) oraz Solaris National Synchrotron Radiation Centre.

Zaprezentowana rozprawa doktorska porusza problematykę opracowania metody otrzymywania bimetalicznych nanocząstek AuCu na nanostrukturyzowanym podłożu tytanu i ditlenku tytanu jako materiałów elektrodowych umożliwiających zastosowanie w urządzeniach do fotogeneracji prądu w świetle widzialnym, rozkładu wody do tlenu i wodoru oraz procesach

utleniania alkoholi wykorzystywanych w ogniwach paliwowych. Do wytworzenia nanostruktur Doktorantka wykorzystała proces anodyzacji elektrochemicznej foli tytanowej, trawienia chemicznego, rozpylania magnetronowego cienkich warstw stopu AuCu, Au, Cu w różnych konfiguracjach i o różnych grubościach oraz obróbkę termiczną.

Przygotowana praca doktorska o objętości 237 stron została podzielona na jedenaście rozdziałów, a zakończono ją prawidłowo zacytowanymi 234 pozycjami literatury. Po jednostronicowych streszczeniach w języku angielskim i polskim znajduje się kilkustronicowa lista skrótów użytych w pracy oraz kolejno wprowadzenie dotyczące nanomateriałów i półprzewodników, jak i cele pracy. W kolejnym szóstym rozdziale przedstawiono metodykę dotyczącą wytwarzania nanomateriałów oraz metody identyfikacji wytworzonych powierzchni. W dalszej części (rozdział 7) Doktorantka przedstawia sześć poniżej wymienionych artykułów wchodzących w skład ocenianej rozprawy wraz z dodatkowym wstępem do każdego artykułu oraz uzupełniającymi informacjami niedostępnymi w samych artykułach:

1. W artykule: W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, J. Ryl, A. Cenian, K. Siuzdak, *Thermally tuneable optical and electrochemical properties of Au-Cu nanomosaic formed over the host titanium dimples*, Chemical Engineering Journal 399 (2020) 125673, IF=13.0; 200 pkt.,
2. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, J. Ryl, K. Siuzdak, *Temperature-controlled nanomosaics of AuCu bimetallic structure towards smart light management*, Journal of Materials Science: Materials in Electronics 33 (2022) 19385, IF = 2.8; 70 pkt.,
3. W. Lipińska, A. Olejnik, J. Karczewski, K. Grochowska, K. Siuzdak, *Annealing Rate as a Crucial Parameter Controlling the Photoelectrochemical Properties of AuCu Mosaic Core-Shell Nanoparticles*, Energy Technology 11 (2023) 2201021 IF= 4.1, 100 pkt.,

4. W. Lipińska, Z. Bielan, A. Witkowska, J. Karczewski, K. Grochowska, E. Partyka-Jankowska, T. Sobol, M. Szczepanik, K. Siuzdak, *Insightful studies of AuCu nanostructures deposited on Ti platform: Effect of rapid thermal annealing on photoelectrochemical activity supported by synchrotron radiation studies*, Applied Surface Science 638 (2023) 158048, IF = 6.7; 140 pkt.
5. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Ryl, J. Karczewski, K. Siuzdak, *Influence of Annealing Atmospheres on Photoelectrochemical Activity of TiO₂ Nanotubes Modified with AuCu Nanoparticles*, ACS Applied Materials and Interfaces 13 (2021) 52967, IF = 10.4; 200 pkt.,
6. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, E. Coy, K. Siuzdak, *Electrocatalytic oxidation of methanol, ethylene glycol and glycerine in alkaline media on TiO₂ nanotubes decorated with AuCu nanoparticles for an application in fuel cells*, Journal of Materials Science 57 (2022) 13345, IF = 4.7; 100 pkt.

W kolejnych rozdziałach przedstawiono podsumowanie (rozdział ósmy), dorobek naukowy doktorantki (rozdział dziewiąty), oświadczenia współautorów (rozdział dziesiąty) oraz bibliografię (rozdział jedenasty).

Moim zdaniem treść rozprawy stanowi zamkniętą całość, a postawione cele zostały w pełni zrealizowane. Rozprawa jest napisana poprawnym technicznie językiem i posiada starannie opracowaną szatę graficzną oraz stojącą na bardzo wysokim poziomie dokumentację z badań własnych. Według mnie przedstawiona rozprawa doktorska jest bardzo wartościowa i na pewno stanowi podstawę do dalszych badań naukowych zarówno dla Doktorantki jak i innych badaczy.

Reasumując należy zaznaczyć, że do istotnych osiągnięć Doktorantki należą:

- Wykazano, że nanomozaika AuCu na platformie TiND wytworzona poprzez anodowanie, chemiczne trawienie, rozpylanie magnetronowe i termiczną obróbkę przy 450 °C wykazała się najwyższą aktywnością w reakcji utleniania wody z całej serii próbek.

- Wykazano, że konfiguracja powłoki 5Au/5Cu przejawiała największy prąd fotoelektryczny ze względu na cienką warstwę tlenków miedzi na powierzchni.
- Wykazano, że bimetaliczne nanostruktury AuCu uzyskiwały około 30 razy wyższą gęstość prądu przy +0,8 V w ciemności i 15 razy wyższą pod oświetleniem niż monometaliczna elektroda 10Au.
- Wykazano, że właściwości elektrochemiczne i fotoelektrochemiczne można przypisać obecności stopu AuCu i jonów Cu(II) na powierzchni elektrody oraz maksimum pasma absorpcji znajdującego się przy 470 nm.
- Wykazano, że obróbka cieplna w temperaturze od 100 do 600 °C w procesie tworzenia bimetalicznych struktur AuCu ma pozytywny wpływ na generację prądu fotoelektrycznego w szerokim zakresie potencjałów.
- Wykazano, że najwyższą zawartość atomową tlenków miedzi uzyskano dla próbek wygrzewanych w temperaturze 300 °C.
- Wykazano, że elektrody nanostrukturalne z AuCu wytworzone w temperaturze 300 °C charakteryzowały się pikiem utleniania przy -0,17 V vs. Ag/AgCl/0,1 M KCl podczas oświetlania światłem widzialnym i UV.
- Wykazano, że elektroda 10AuCu wygrzewana w temperaturze 300 °C uzyskiwała około jedenastokrotnie wyższą gęstość prądu niż niewygrzewana przy -0,17 V.
- Wykazano, że nanocząstki AuCu wytworzone na podłożu Ti poddanej termicznemu traktowaniu w temperaturze 600 °C wykazują szeroki pas absorpcji od 300 nm do 1000 nm.
- Wykazano, że struktury AuCu wygrzewane w temperaturze 600 °C charakteryzowały się najwyższym prądem fotoelektrycznym podczas oświetlania światłem UV.
- Wykazano, że nanocząstki AuCu wytworzone poprzez anodowanie, chemiczne trawienie, dwuetapowy proces nanoszenia (najpierw warstwa Au, a następnie Cu) oraz jednodominutową termiczną obróbkę charakteryzowały się aktywnością fotoelektrochemiczną podczas oświetlania światłem widzialnym.

- Wykazano, że bimetaliczne elektrody AuCu wygrzewane przez jedną minutę charakteryzowały się dobrze zdefiniowanym pasmem odbicia w przeciwieństwie do materiałów wygrzewanych przez cztery godziny; minimum pasma odbicia zostało przesunięte z 550 nm do 600 nm dla szybko i wolno podgrzewanej elektrody.
- Wykazano, że elektrody 1F-AuCu/TiND ($14,1 \mu\text{Acm}^{-2}$) i 1S-AuCu/TiND ($47,2 \mu\text{Acm}^{-2}$) były aktywne podczas oświetlania światłem widzialnym, jednak materiał wolno podgrzewany wykazywał około trzy razy wyższy prąd fotoelektryczny niż szybko podgrzewany.
- Wykazano, że próbka 1S-AuCu/TiND charakteryzowała się około osiemdziesięciokrotny razy wyższym prądem fotoelektrycznym podczas oświetlania światłem widzialnym i trzy razy wyższy podczas oświetlania UV niż czysta platforma Ti o strukturze nano.
- Wykazano, że najlepszą aktywność fotoelektrochemiczną w zakresie światła widzialnego uzyskano dla uwodornionej elektrody AuCu ($16 \mu\text{A cm}^{-2}$).
- Wykazano, że uwodorniona elektroda AuCu/TiND wykazuje najniższy współczynnik odbicia przy ok. 750 nm, co potwierdza jego wydajność, podczas gdy TiND poddany obróbce na powietrzu wykazywał najniższą wartość współczynnika odbicia w zakresie UV.
- Wykazano z użyciem badań promieniowania synchrotronowego, że możliwe jest rozróżnienie trzech stref struktury: górna warstwa powierzchniowa (2-3 nm), głębsza warstwa powierzchniowa (5-7 nm) i objętość (12-15 nm).
- Wykazano, że w przypadku uwodornionych nanostruktur AuCu miedź i tlenki miedzi zostały potwierdzone w górnej i głębszej warstwie, gdzie ilość Cu_2O była około dwa razy wyższa w warstwie górnej niż w głębszej warstwie.
- Wykazano, że uwodornianie ma pozytywny wpływ na aktywność fotoelektrochemiczną w świetle widzialnym nanostruktur AuCu na TiND dzięki efektywnej konfiguracji akceptor-donora materiału platformy TiO_2/Ti z domieszką AuCu.

- Wykazano, że obróbka termiczna warstw AuCu wytworzonych na nanorurkach TiO₂ w atmosferze argonu sprzyja formowaniu się CuAuTi, czego nie obserwuje się w powietrzu, próżni, czy też atmosferze wodoru.
- Wykazano, że nanocząstki AuCu wytworzone na nanorurkach TiO₂, które zostały termicznie przetworzone w atmosferze argonu, wykazały najwyższy prąd fotoelektryczny podczas oświetlenia UV i światłem widzialnym; prąd fotoelektryczny osiągnął 64 μAcm^{-2} dla oświetlania UV i 37 μAcm^{-2} podczas oświetlania światłem widzialnym przy -0,17 V.
- Wykazano, że nanorurki z nanocząsteczkami AuCu wykazały silniejszą absorpcję w zakresie od 400 nm do 650 nm, co wiąże się ze zwiększoną absorpcją w świetle widzialnym.
- Wykazano, że elektroda AR-10AuCu/TiO₂NTs jest półprzewodnikiem typu n, gdzie mała ilość tlenków miedzi w postaci nanocząstek może tworzyć dodatkowe heterozłącze p-n zwiększające aktywność fotokatalityczną pod wpływem światła widzialnego
- Wykazano, że nanostruktury AuCu w postaci cienkich warstw (n-ACT) lub nanocząstek (an-ACT) na nanorurkach TiO₂ można zastosować do elektrochemicznej i fotoelektrochemicznej utleniania alkoholu.
- Wykazano, że wytworzone elektrody AuCu były aktywne elektrokatalitycznie zarówno w przypadku glikolu etylenowego, jak i gliceryny.
- Wykazano, że najwyższa gęstość prądu została uzyskana dla elektrody an-ACT po dodaniu gliceryny przy +0,3 V w stosunku do Ag/AgCl/0,1 M KCl.
- Wykazano, że najwyższy fotoprąd pod wpływem światła widzialnego został również zarejestrowany dla elektrody an-ACT w roztworze gliceryny.

Na wyróżnienie zasługuje również osiągnięcie, którym jest współautorstwo piętnastu publikacji naukowych, które są opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych, jednego patentu oraz dwunastokrotne wystąpienie na konferencjach zaprezentowanych poniżej, co jest wynikiem wyróżniającym i ponadprzeciętnym.

1. W. Lipińska, V. Saska, K. Siuzdak, J. Karczewski, K. Załęski, E. Coy, A. de Poulpiquet, I. Mazurenko, E. Lojou, "Interaction between bilirubin oxidase and Au nanoparticles distributed over dimpled titanium foil towards oxygen reduction reaction", *Electrochimica Acta* (2024) DOI:10.1016/j.electacta.2023.143535 (100 pkt., IF=7.3)
2. W. Lipińska, Z. Bielan, A. Witkowska, J. Karczewski, K. Grochowska, E. Partyka-Jankowska, T. Sobol, M. Szczepanik, K. Siuzdak, Synchrotron radiation studies of AuCu nanostructures deposited on Ti platform: effect of rapid thermal annealing on photoelectrochemical activity, *Applied Surface Science* (2023) DOI:10.1016/j.apsusc.2023.158048 (140 pkt., IF=6.7)
3. W. Lipińska, A. Olejnik, M. Janik, M. Brodowski, K. Sapiega, M. Pierpaoli, K. Siuzdak, R. Bogdanowicz, J. Ryl, „Texture or Linker? Competitive Modulation of Receptor Assembly Toward Impedimetric Detection of Viral Species at Gold-Nanotextured Surfaces", *The Journal of Physical Chemistry C* (2023) DOI:10.1021/acs.jpcc.3c00697 (140 pkt., IF =4.2)
4. W. Lipińska, A. Olejnik, J. Karczewski, K. Grochowska, K. Siuzdak, "Annealing Rate as a Crucial Parameter Controlling the Photoelectrochemical Properties of AuCu Mosaic Core-Shell Nanoparticles" *Energy Technology* (2023) DOI: 10.1002/ente.202201021 (100 pkt., IF=4.1)
5. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, J. Ryl, K. Siuzdak, "Temperature controlled nanomosaics of AuCu bimetallic structure towards smart light management", *Journal of Materials Science: Materials in Electronics* (2022) DOI:10.1007/s10854-022-08775-9 (70 pkt., IF=2.8)
6. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, E. Coy, K. Siuzdak, "Electrocatalytic oxidation of methanol, ethylene glycol and glycerine in alkaline media on TiO₂ nanotubes decorated with AuCu nanoparticles for an application in fuel cells, *Journal of Materials Science* (2022) DOI: 10.1007/s10853-022-07471-7 (100 pkt, IF=4.7)
7. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Ryl, J. Karczewski, K. Siuzdak, "Influence of annealing atmosphere on photoelectrochemical activity of TiO₂ nanotubes

- modified with AuCu nanoparticles”, ACS Applied Materials and Interfaces (2021) DOI:10.1021/acsami.1c16271 (200 pkt., IF = 10.4)
8. W. Lipińska, J. Ryl, P. Ślepski, K. Siuzdak, K. Grochowska, “Exploring Multi-step Glucose Oxidation Kinetics at GOx functionalized Nanotextured Gold Surface with Differential Impedimetric Technique”, Measurement (2021) DOI:10.1016/j.measurement.2021.109015 (200 pkt., IF = 5.1)
 9. W. Lipińska, K. Grochowska, K. Siuzdak, “Enzyme Immobilization on Gold Nanoparticles for Electrochemical Glucose Biosensor” (2021) Nanomaterials DOI: 10.3390/nano11051156 (70 pkt., IF = 5.7)
 10. W. Lipińska, K. Siuzdak, J. Karczewski, A. Dołęga, K. Grochowska “Electrochemical glucose sensor based on the glucose oxidase entrapped in chitosan immobilized onto laser-processed Au-Ti electrode”, Sensors and Actuators B (2021) DOI: 10.1016/j.snb.2020.129409 (140 pkt., IF = 9.2)
 11. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, J. Ryl, A. Cenian, K. Siuzdak, “Thermally tuneable optical and electrochemical properties of Au-Cu nanomosaic formed over the host titanium dimples”, Chemical Engineering Journal (2020) DOI: 10.1016/j.cej.2020.125673 (200 pkt., IF =13.0)
 12. W. Lipińska, K. Siuzdak, J. Ryl, P. Barski, G. Śliwiński, K. Grochowska, “The optimization of enzyme immobilization at Au-Ti nanotextured platform and its impact onto the response towards glucose in neutral media”, Materials Research Express (2019) DOI: 10.1088/2053-1591/ab4fab (70 pkt., IF = 2.0)
 13. J. Ryl, M. Brodowski, M. Kowalski, W. Lipińska, P. Niedziałkowski, J. Wysocka, “Corrosion Inhibition Mechanism and Efficiency Differentiation of Dihydroxybenzene Isomers Towards Aluminum Alloy 5754 in Alkaline Media” Materials (2019) DOI: 10.3390/ma12193067 (140 pkt., IF=3.7)
 14. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Ryl, J. Karczewski, M. Sawczak, V. Mauritz, R. Crisp, K. Siuzdak, “Fusion between the photoactivity and CO₂ adsorption on rapidly thermal hydrogenated vs. conventionally annealed copper oxides deposited on TiO₂ nanotubes”, article number: JMSE-D-23-05052, Journal of Materials Science (under review)

15. V. Myndrul, A. Tamaszewski, W. Lipińska, K. Siuzdak, I. Iatsunskyi, "Highly Sensitive Electrochemical Immunosensor for a Cluster of Differentiation 5 (CD5) Detection in Human Blood Serum Based on Laser-Processed Ti/ Au Electrodes" article number: am-2023-17242p, ACS Applied Materials & Interfaces, DOI: 10.2139/ssrn.4604381 (under review)
16. W. Lipińska, K. Grochowska, K. Siuzdak, Sposób wytwarzania enzymatycznych elektrod" (Fabrication method for enzymatic electrodes), (nr. P.435033), zgłoszenie 20.08.2020, Warszawa, Poland,
17. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, E. Coy, K. Siuzdak, "Catalytic Activity of Au-Cu Alloy on TiO₂ Nanotubes for Alcohol Oxidation" poster, 244st ECS Meeting (stationary, Gothenburg, Sweden, 8-12.10.2023)
18. W. Lipińska, M. Shinnur, K. Grochowska, R. Crisp, K. Siuzdak, "Formation of the Heterojunction Based on Titania Modified with Ni and Ag Sulfide Via SILAR Method - Electrochemical and Photoelectrochemical Activity" poster, 244th ECS Meeting (stationary, Gothenburg, Sweden, 8-12.10.2023)
19. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, K. Siuzdak, „AuCu Nanostructures Active in the Visible Light - Optical and Photoelectrochemical Properties" poster, 241st ECS Meeting (stationary, Vancouver, Canada, 29.05-02.06.2022)
20. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, J. Ryl, K. Siuzdak, 72nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, "Fabrication of gold-copper nanostructures by means of rapid thermal annealing - morphology, optical and photoelectrochemical properties" poster, 72nd Annual ISE Meeting hybrid, (online, 29-3.09.2021)
21. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, J. Ryl, K. Siuzdak, "Effect of annealing atmosphere on the TiO₂ nanotubes modified with AuCu nanoparticles" poster, NanoTech Poland 2021, (online, 9-11.06.2021)
22. W. Lipińska, K. Siuzdak, J. Ryl, J. Karczewski, K. Grochowska, „Enzyme functionalized AuNPs-TiND electrode towards glucose sensing" poster, 71st Annual ISE Online Meeting, (online, 31-04.09.2020)

23. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Ryl, J. Karczewski, K. Siuzdak, "Electrocatalytic activity of Au-Cu nanomosaic towards CO₂ reduction" poster, 71st Annual ISE Online Meeting (online, 31-04.09.2020)
24. W. Lipińska, K. Grochowska, J. Karczewski, J. Ryl, K. Siuzdak, "The synergistic effect of the bimetallic Au-Cu nanostructures onto the optical and photoelectrochemical performance" poster, Symposium on Advanced Technologies and Materials ATAM 2020 (online, 13-15.10.2020)
25. 9. W. Lipińska, K. Siuzdak, J. Karczewski, A. Dołęga, K. Grochowska, "Electrochemical glucose sensor based on glucose oxidase immobilized by chitosan-matrix on laser-processed Au-Ti electrode" poster, The 1st International Electronic Conference on Biosensor 2020 (online, 02-17. 11. 2020)
26. W. Lipińska, K. Siuzdak, J. Ryl, P. Ślepski, K. Grochowska, "Studies of the charge transfer kinetics and surface inhomogeneities of enzyme-functionalized Au-Ti electrode" poster, 9th SMCBS (stationary, Żelechów, Poland, 8-12.11.2019)
27. W. Lipińska, K. Siuzdak, P. Barski, A. Lindstaedt, K. Grochowska, „Modyfikacja nanostrukturyzowanej powierzchni Au-Ti oksydazą glukozową przy użyciu samoorganizującej się monowarstwy organicznej” (Au-Ti platform modified by glucose oxidase using self-assembled monolayers) poster, Nano&BioMateriały (stationary, Toruń, Poland, 6-7.06.2019)
28. K. Siuzdak, Z. Molenda, W. Lipińska, A. Cenian, G. Śliwiński, K. Grochowska, „Enzymatic glucose sensor based on Au-Ti heterostructure” poster, 13th NANOSMAT (stationary, Gdańsk, Poland, 11-14.09.2018)

Istotnym jest również fakt, że Doktorantka pracowała w czterech projektach:

- OPUS-LAP (2020/39/I/ST5/01781) "Solar Reduction of CO₂ at Nano-Architected Photoelectrodes Featuring Advanced Photon Management (SOLAFAME) z NCN; 07.2022 – obecnie,

- Preludium (2019/35/N/ST5/02604) "Ordered mosaic of the bimetallic Au-Cu nanoparticles onto the conductive substrate – fabrication and properties; 10.2020 – obecnie,
- SOLARIS Centre (1/SOL/2021/2) „The effect of atmosphere on AuCu structure properties during rapid thermal treatment" Polish Ministry of Education and Science, PHELIX, 17-22.05.2022,
- Lider (2/0003/L8/16/NCBR/2017) „Innovative biocompatible sensor for noninvasive determination of glucose level" The National Centre for Research and Development, executor, 06.2018 - 08.2020,

jak i brała udział w dwóch stażach:

- CNRS French National Centre for Scientific Research, Bioenergetic and Protein Engineering Laboratory, Marseille, France, 03.2022,
- Prochimia Surfaces Sp. z o.o., Laboratory of Organic Synthesis, Gdynia, Poland, 03.2019 – 05.2019.

Do innych osiągnięć Doktorantki można zaliczyć aktywną popularyzację nauki na Festiwalu Nauki w Jabłonnie – Nauka z Pałacem w tle (23-25.09.2022, Jabłonna) oraz E(x)plory (20-22.10.2021, Gdynia) oraz przynależność do The Electrochemical Society ECS. Należy również wspomnieć, że Doktorantka wielokrotnie była nagradzana między innymi przez Międzynarodowe Towarzystwo Elektrochemiczne, Polskie Towarzystwo Chemiczne, Wydział Chemiczny Politechniki Gdańskiej, Nagrodą im. Profesora Romualda Szczęsnego, Złotą Odznaką Politechniki Gdańskiej oraz legitymuje się indeksem h-index wynoszącym siedem, co jest na tym etapie kariery bardzo dużym osiągnięciem.

Jednoznacznie chciałbym zaznaczyć, że przygotowana praca doktorska jest na bardzo wysokim poziomie, jednakże prosiłbym Doktorantkę o odniesienie się w formie dyskusji do analiz XPS jako narzędzia do „identyfikacji stopu CuAuTi” oraz przyczyny rezygnacji z analiz związanych z widmami Cu LMM, co mogło by być użyteczne przy interpretacji widm Cu 2p.

Podsumowując stwierdzam, że przedłożona do recenzji praca doktorska "Fabrication of gold, copper and titanium nanostructures obtained during thermal processing and their characteristics" przygotowana w języku angielskim przez mgr inż. Wiktorię Lipińską stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego prezentujące ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki w dyscyplinie inżynieria mechaniczna oraz potwierdza Jej umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Oceniana rozprawa doktorska spełnia w mojej opinii wymogi ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2023 poz. 742 ze zm.), w związku z czym wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Instytutu Maszyn Przepływowych im. Roberta Szewalskiego Polskiej Akademii Nauk o dopuszczenie Doktorantki do kolejnych etapów postępowania, a w konsekwencji do publicznej obrony. Chciałbym jednocześnie zaznaczyć, że złożoność rozwiązanego problemu naukowego, szeroki, dobrze zaplanowany zakres badań, rzetelność w jego realizacji oraz liczący się dorobek naukowy są podstawą do wyróżnienia tej pracy. Podsumowując swoją recenzję chciałbym zaznaczyć, że w moim odczuciu Doktorantka jest wybitnym naukowcem młodego pokolenia, czego dowodem jest przedstawiona rozprawa doktorska.

Koszalin, 14.05.2024



Prof. dr hab. inż. Krzysztof Rokosz