



**Leszek A. DOBRZAŃSKI**

m. dr h.c. prof. zw. dr hab. inż.

**Dyrektor Instytutu**

Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych  
Wydziału Mechanicznego Technologicznego

**Prorektor**

ds. Nauki i Współpracy z Przemysłem

**POLITECHNIKA ŚLĄSKA**

ul. Konarskiego 18a

44-100 GLIWICE

Gliwice, dnia 04.05.2013 roku

**RECENZJA**

**pracy doktorskiej**

***Pani mgr inż. Agnieszki Kaczmarek***

**pod tytułem**

***„Nanotubularne warstwy tlenkowe na stopie Ti6Al4V jako matryce elektrochemicznego biosensora”***

**wykonanej pod opieką promotora Pani Prof. UZ dr hab. inż. Elżbiety Krasickiej-Cydzik**

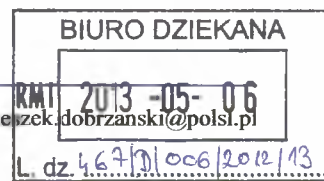
**opracowana na zlecenie Rady Wydziału Mechanicznego Technologicznego**

**Politechniki Śląskiej w Gliwicach na podstawie pisma**

**Dziekana Pana Prof. dra hab. inż. Arkadiusza Mężyka**

Wśród współcześnie najważniejszych cywilizacyjnych kierunków rozwojowych, uznawanych za priorytetowe w dobie rozwoju europejskiej gospodarki opartej na wiedzy i innowacji, oprócz kilku niżej wymienionych, a dotyczących:

- zapewnienia żywności i wody dla ciągle rosnącej populacji ludzkiej wraz z likwidacją głodu w strefach globu z nim związanych oraz wzrostem poziomu technologicznego upraw, hodowli, przetwórstwa i magazynowania żywności,
- zrównoważonego rozwoju, umożliwiającego najwyższy osiągalny poziom technologiczny wytwarzania dóbr użytku codziennego, najlepiej spełniających oczekiwania ludzi, przy obserwowanej tendencji do miniaturyzacji wszelkich urządzeń technicznych i związanym z tym rozwojem nanotechnologii,
- jak najlepszej ochrony środowiska naturalnego, przy właściwej gospodarce zasobami naturalnymi surowców, oraz sprostania stale wzrastającemu zapotrzebowaniu na energię, przy rozwijającej się gospodarce energetycznej z wykorzystaniem wszelkich alternatywnych i proekologicznych źródeł energii, a także jej przesyłu, akumulowania i przetwórstwa,



- sprostania wymogom szeroko rozumianej ogólnoswiatowej komunikacji, obejmującej zarówno wymianę i przesył informacji, jak i szybki, bezpieczny transport przede wszystkim ludzi, ale również dóbr materialnych, przy minimalizacji zużycia energii oraz masy stosowanych urządzeń i środków transportu

do bodaj najważniejszych zadań, do których przykłada się szczególnie wiele uwagi, angażując przy tym ogromne środki finansowe, na realizację wytkniętych celów, należy:

- poprawa jakości życia, przejawiająca się troską o zdrowie ludzi i o możliwe wydłużenie życia ludzkiego.

Jest to działanie wieloaspektowe, łączące wysiłki podejmowane w wielu dziedzinach życia, w tym liczne badania naukowe w wielu dyscyplinach naukowych i to w niemal wszystkich dziedzinach nauki. Jak wskazuje doświadczenie oraz retrospekcja historyczna, osiągnięcie każdego z wymienionych celów wymaga rozwoju inżynierii materiałowej oraz związanych z tym technologii procesów materiałowych, a nade wszystko stosowania coraz to nowocześniejszych materiałów, najlepiej spełniających wymagania stawiane przez producentów dóbr powszechnego użytku, oferowanych jako produkty na rynku. Wyniki badań wykonanych w ramach Foresightu technologicznego Europy w 5. i 6. Programach Ramowych Wspólnoty Europejskiej, wskazują na oczekiwanie na wytwarzanie materiałów o odpowiednio ukształtowanej strukturze gwarantującej wymagany zespół własności fizykochemicznych, podporządkowanych potrzebom klienta i funkcjom użytkowym produktów, a więc spełniających potrzeby wytwórców produktów rynkowych w odpowiednim czasie i miejscu (j. ang.: *materials on demand*). Własności użytkowe produktu są uzyskiwane tylko wtedy, gdy zostanie użyty właściwy materiał wytworzony w odpowiednio dobranym procesie technologicznym nadającym zarówno wymagany kształt i inne cechy geometryczne, w tym tolerancje wymiarowe poszczególnych elementów, umożliwiające końcowy montaż produktu, jak również kształtujące wymaganą strukturę materiału, zapewniającą oczekiwane własności mechaniczne, fizyczne i chemiczne, a ponad wszystko umożliwiające wypełnienie jego funkcji użytkowych, zgodnie z paradygmatem inżynierii materiałowej i nauki o materiałach. Szczególne możliwości w tym zakresie przynoszą rozwiązania związane z kształtowaniem struktury i własności powierzchni, zwłaszcza wykorzystujące technologie i materiały nanostrukturalne.

Autorka opiniowanej pracy doktorskiej zajęła się szczególnie aspektami dotyczącymi potrzeby utrzymania organizmu człowieka w stanie homeostazy, przywrócenia zdrowia i zapewnienia odpowiedniej jakości życia, wymuszającymi rozwój nowych technologii medycznych i związanych z tym nierozłącznie. technik diagnostycznych, w tym metod diagnostyki laboratoryjnej. W diagnostyce laboratoryjnej wielu jednostek chorobowych stosowane są testy immunoenzymatyczne

ELISA (j.ang.: *enzyme-linked immunosorbent assay*), opierające się na skomplikowanej procedurze immobilizacji specyficznych dla danej jednostki chorobowej przeciwciał i antygenów, które są połączone ze znacznikami peptydowymi zmieniającymi barwę w trakcie oznaczenia, co wymaga do szacowania wyników testu przy użyciu technik spektrofotometrycznych. Rygorystyczne przepisy dotyczące przygotowania próbek i odczynników do przeprowadzenia każdego z tych testów i konieczna kilkugodzinna inkubacja reagentów w aseptycznych warunkach laboratoryjnych, zwiększają koszt i czas oznaczenia oraz ryzyko popełnienia błędu. Utrudniony dostęp do kosztownej diagnostyki laboratoryjnej i obrazowej tego typu generuje potrzebę opracowania szybkich i tanich testów diagnostycznych, analogicznych do oznaczania we krwi poziomu glukozy, alkoholu oraz niektórych narkotyków. W przypadkach wielu chorób nowotworowych, związanych z gospodarką wapniową oraz procesami zachodzącymi w kościach (np. osteoporoza) i remodelingu, czyli przebudowy kości zachodzącej w organizmie człowieka nieprzerwanie, a także w razie stosowania wszczepów implantów kostnych lub gojenia złamań, brakuje możliwości szybkiej diagnostyki istotnych substancji wydzielanych do krwi, możliwych do oceny podczas wizyty u lekarza pierwszego kontaktu lub w warunkach domowych. Potrzebna jest więc prosta i szybka metoda pozwalająca na kontrolowanie poziomu wapnia, frakcji kostnej fosfatazy alkalicznej, osteokalcyny oraz wielu innych swoistych markerów procesów remodelingu kości we krwi, co wymaga stosowania odpowiednich elektrochemicznych biosensorów swoistego markera do tego rodzaju oznaczeń. Jak zauważa Autorka opiniowanej pracy doktorskiej, postępujący rozwój w dziedzinie nanotechnologii i nanomateriałów stwarza szerokie pole do uproszczenia opisywanych technik oznaczania. To prowadzi ją do wyboru tematyki pracy doktorskiej pod tytułem „*Nanotubularne warstwy tlenkowe na stopie Ti6Al4V jako matryce elektrochemicznego biosensora*” i postawienia jej celu aplikacyjnego i naukowego. *Głównym celem* pracy jest opracowanie biosensora elektrochemicznego, zbudowanego z nanotubularnej warstwy tlenkowej na podłożu ze stopu Ti6Al4V, poddanemu funkcjonalizacji do wykorzystania go jako biosensora amperometrycznego lub impedancyjnego. Własności elektryczne tlenków tytanu i wanadu, które mogą być wytworzone w postaci nanorurek na powierzchni stopu, stanowią argumentację do wykorzystania tego stopu jako materiału bazowego biosensora. Autorka postawiła tezę, że „*Obecność tlenków tytanu i wanadu tworzących warstwę nanorurek na powierzchni stopu Ti6Al4V zapewnia możliwość elektrochemicznej detekcji frakcji kostnej fosfatazy alkalicznej*”. Tematyka pracy jest aktualna i atrakcyjna i bez wątpienia mieści się w zakresie dyscypliny naukowej „*Inżynieria materiałowa*”. Rada Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach, ze względu na posiadane uprawnienia, jest właściwa dla przeprowadzenia tego postępowania w dyscyplinie naukowej „*Inżynieria materiałowa*”. Na jednej

z pierwszych stronicy pracy, Autorka zwraca jednak uwagę, że jako pracownik Wydziału Mechanicznego Uniwersytetu Zielonogórskiego, badania do swej pracy doktorskiej wykonała pod kierunkiem promotora **Pani Prof. UZ dr hab. inż. Elżbiety Krasickiej-Cydzik** w Zakładzie Inżynierii Biomedycznej tej Uczelni.

Realizacja badań prowadzących do udowodnienia tezy opiniowanej pracy doktorskiej Pani mgr inż. Agnieszki Kaczmarek pod tytułem „**Nanotubularne warstwy tlenkowe na stopie Ti6Al4V jako matryce elektrochemicznego biosensora**” obejmuje wytworzenie nanorurek na obu fazach stopu Ti6Al4V poprzez anodowanie w roztworach organicznych: glicerolu i glikolu etylenowego. W celu poprawienia przewodności elektrycznej wytworzonych podłoży prowadzono modyfikację w podwyższonej temperaturze. Określone zostały własności elektrochemiczne warstwy po modyfikacji termicznej oraz funkcjonalizacji przeciwciałami swoistymi dla badanego składnika analitu - frakcji kostnej fosfatazy alkalicznej (bALP). Zbadano też odpowiedź amperometryczną i impedancyjną powierzchni elektrody na zmiany stężenia bALP. Wykonano podstawowe badania bioaktywności modyfikowanej w podwyższonej temperaturze warstwy nanorurek na stopie Ti6Al4V. Podjęte w pracy doktorskiej zadania badawcze zmierzały do:

- wytworzenia warstwy jednorodnych nanorurek tlenkowych na stopie Ti6Al4V;
- modyfikacji i funkcjonalizacji warstwy nanorurek Ti6Al4V w celu zapewnienia odpowiednich warunków dla oddziaływania pomiędzy antygenem, a przeciwciałem swoistym dla zmian zachodzących w obrębie tkanki kostnej;
- sprawdzenia, czy zaprojektowany układ będzie spełniał swoje funkcje analityczne jako elektroda biosensora elektrochemicznego (amperometrycznego lub impedancyjnego),
- potwierdzenia w procedurze kalibracji, że przygotowane podłoże biosensora będzie tanim, szybkim, dającym odpowiedź elektrochemiczną instrumentem do oceny poziomu biomarkera remodelingu kości.

Opiniowana praca doktorska jest złożona z dwóch części – studiów literaturowych oraz badań własnych, w których łącznie wydzielono 14 rozdziałów, po czym zamieszczono spis literatury. Autorka zacytowała 200 pozycji literaturowych, w tym wiele prac obcojęzycznych i opublikowanych w ostatnim dziesięcioleciu. Praca nie zawiera niestety streszczeń w języku polskim, ani angielskim, pomimo tego że obydwa należą do obowiązkowych elementów pracy. W pierwszej części przedstawiono wprowadzenie, ogólną charakterystykę tytanu i jego implantowanych stopów, anodowe formowanie warstw nanorurek na tytanie i jego stopach, warstwę tlenkową na stopie Ti6Al4V, biosensory, frakcję kostną fosfaty alkalicznej, wnioski wypływające ze studiów literaturowych. Część tę kończy rozdział 7. Uzasadnienie podjęcia tematu, cel, teza, zakres pracy. Wszystkie te informacje z istoty dotyczą badań własnych, a zatem powinien



się znaleźć na początku drugiej części pracy. Ta część, zaczynająca się od rozdziału 8. zawiera program i metodykę badań, formowanie nanorurek na stopie Ti6Al4V, modyfikację termiczną warstw nanorurek na stopie Ti6Al4V, badania kąta zwilżania warstwy nanorurek na stopie Ti6Al4V, przygotowanie podłoża biosensora, testy biozgodności, podsumowanie i wnioski. Niektóre rozdziały (2., 3., 4., 9., 10. i 12.) podzielono na podrozdziały, a w rozdziale 4. dokonano nawet podziału 3. stopnia. Oczywiście są zastrzeżenia do tak niesymetrycznej struktury kompozycyjnej pracy, które potęguje ponadto fakt, że niektóre główne rozdziały (8.) mają aż 16 stron i nie podzielono ich na mniejsze jednostki, a niektóre (11.) i niestety podsumowanie i wnioski (14.) tylko odpowiednio 1,5 i 2,5 strony. Tytuł opiniowanej pracy doktorskiej jest adekwatny do jej treści, chociaż zwraca uwagę zawarty w nim anglofilski neologizm „nanotubularny” oraz zastosowanie słowa „matryca” (też z j. angielskiego) – zamiast poprawnego „osnowa”. Oczywiście są to uwagi semantyczne, które nie mają większego znaczenia (zwłaszcza obecnie), zważywszy, że temat pracy doktorskiej został zatwierdzony przez Radę Wydziału. Klasyczny układ treści opiniowanej pracy doktorskiej nie budzi zastrzeżeń, chociaż z pewnością zwraca uwagę wręcz zdawkowa dyskusja wyników badań w zestawieniu z dotychczasowym stanem wiedzy i w świetle mechanizmów fizykalnych, zawarta w rozdziale 14. podsumowanie i wnioski, liczącym (jak już zauważono uprzednio) tylko 2,5 strony. Praca jest złożona ze 155 stron (zbyt długa) i szkoda, że nie wydzielono z niej jako załącznika w odrębnej części „Atlasu rysunków, zdjęć i tablic”, jak to jest w zwyczaju w Instytucie Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Niekiedy warto skorzystać ze sprawdzonych wzorców. W pracy brak też syntetycznego zestawienia cytowanych skrótów, akronimów i oznaczeń, choć Autorka hołduje anglosaskiej manierze przesadnego stosowania ich w tekście pracy. Praca pod względem edytorskim nie budzi zasadniczych zastrzeżeń, jest wykonana na ogół starannie (choć można mieć zastrzeżenia co do sposobu formatowania) i świadczy, że Autorka w wystarczającym stopniu opanowała techniki komputerowej edycji prac naukowych, chociaż można zaobserwować pośpiech w ostatecznej redakcji pracy. Przedstawione uwagi pozwalają skonstatować, że w stosunku do opiniowanej pracy doktorskiej Pani mgr inż. Agnieszki Kaczmarek, można zgłosić więcej niż zwykle uwag formalnych, co jedynie po części można tłumaczyć faktem, że Kandydatka jest w istocie eksternistką na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach i może nie znać wszystkich panujących tu zwyczajów.

Pani mgr inż. Agnieszki Kaczmarek w opiniowanej pracy doktorskiej pod tytułem *„Nanotubularne warstwy tlenkowe na stopie Ti6Al4V jako matryce elektrochemicznego biosensora”* uzyskała jednak interesujące wyniki badań. Uzyskała eksperymentalne dowody zależności sygnałów amperometrycznego i impedancyjnego od udziału frakcji kostnej fosfatazy

alkalicznej na podłożu nanorurek na stopie Ti6Al4V formowanym poprzez anodowanie, modyfikowanym w podwyższonej temperaturze i sfunkcjonalizowanym stanowi potwierdzenie tezy postawionej w pracy. Dla osiągnięcia zamierzonego celu Autorka wykonała liczne zadania szczegółowe, obejmujące:

- ustalenie wpływu składu organicznych elektrolitów: glicerolu i glikolu etylenowego na morfologię warstw tlenkowych wytwarzanych na powierzchni badanego stopu,
- określenie wpływu potencjału i czasu anodowania oraz udziału wody w elektrolicie na przebieg anodowania,
- wytworzenie jednorodnej warstwy nanorurek o średnicy 50nm i grubości 1 $\mu$ m na obu fazach badanego stopu,
- modyfikację warstwy nanorurek w temperaturze 600  $^{\circ}$ C w atmosferze argonu, azotu i powietrza,
- dobór atmosfery dla modyfikacji w podwyższonej temperaturze zapewniającej wymaganą strukturę krystaliczną tlenków w warstwie nanorurek,
- badania biogodności powierzchni podłoża w kontakcie z komórkami osteoblastów,
- stwierdzenie szybszego rozmnażania się komórek osteoblastów na przygotowanym podłożu niż na warstwie powierzchniowej tytanu pokrytej nanorurkami,
- stwierdzenie, że badane podłoże po modyfikacji w podwyższonej temperaturze nie wykazuje własności antybakteryjnych wobec bakterii szczepu E.coli K12,
- testy aktywności poprzez zanurzenie warstwy nanorurek w roztworze sztucznego osocza SBF w temperaturze 37  $^{\circ}$  C w czasie 30 dni, w wyniku których stwierdzono jedynie miejscowe wydzielenia hydroksyapatytu niestechiometrycznego na warstwie.

W opiniowanej pracy doktorskiej Pani mgr inż. Agnieszki Kaczmarek pod tytułem „*Nanotubularne warstwy tlenkowe na stopie Ti6Al4V jako matryce elektrochemicznego biosensora*” scharakteryzowano własności oraz potwierdzono przydatność warstwy nanorurek o średnicy 50 nm i 1 $\mu$ m wytworzonych na powierzchni stopu Ti6Al4V poprzez anodowanie w roztworze glikolu etylenowego, jako nowego podłoża dla elektrochemicznego biosensora do oznaczania markera frakcji kostnej fosfatazy alkalicznej i scharakteryzowano jego własności. Opracowano przy tym sposób formowania warstwy nanorurek na powierzchni badanego stopu, dobierając elektrolit do anodowania przy napięciu 22V w czasie 20 min., zawierający 1% H<sub>2</sub>O oraz masowo 0,6% NH<sub>4</sub>F. Następna modyfikacja tej warstwy w azocie w 600  $^{\circ}$ C przez 2 h wpływa na jej przewodnictwo elektryczne w wyniku zmiany struktury krystalicznej tlenków w warstwie, a uformowane nanorurki na obu fazach stopu zawierają tlenki wanadu VO<sub>2</sub> i V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, których obecność w warstwie nanorurek na stopie Ti6Al4V jest decydującym czynnikiem wspomagającym funkcje

otrzymanego biosensora. Warstwa nanorurek wyżarzana w azocie, po sfunekjonalizowaniu przez bezpośrednią immobilizację przeciwciałami swoistymi dla markera remodelingu kości, okazuje się być przydatną na podłożu biosensora frakcji kostnej fosfatazy alkalicznej, a reakcję katalitycznego rozkładu p-nitrofenylofosforanu, charakterystyczną dla badanego markera, wykorzystano do jej oznaczeń ilościowych i detekcji jej udziału w buforowanym fosforanami roztworze soli fizjologicznej PBS. Badania amperometryczne, w których zarejestrowano krzywe kalibracyjne prądu anodowego i katodowego w zależności od udziału frakcji kostnej fosfatazy alkalicznej, potwierdzają przydatność uzyskanej warstwy wierzchniej jako biosensora o czułości w zakresie od 1 do 10 ng/ml, a badania impedancyjne również wskazują na zmiany własności elektrycznych warstwy o różnym udziale. Krzywa kalibracyjna zależności zmian wartości kąta fazowego przy częstotliwości 0,18Hz wskazuje na możliwość monitorowania udziału frakcji kostnej fosfatazy alkalicznej w zakresie od 1 do 10 ng/ml. Nanorurki o wytypowanej średnicy i składzie chemicznym formowane na powierzchni stopu Ti6Al4V wpływają indukująco na proces wzrastania kości na implantach. Jakość zespolenia implantu z tkanką kostną jest ściśle związane z tempem wzrostu osteoblastów na jego powierzchni. Powierzchnia implantu pokryta warstwą wspomagającą wzrost komórek kości może przyspieszyć procesy gojenia, oraz w pewnym stopniu wyeliminować powikłania wynikające z obłuzowania implantu, takie jak ból oraz zwyrodnienia w tkankach i stawach sąsiadujących. Jakość zespolenia implant-tkanka jest szczególnie ważna w przypadku implantów długoterminowych. Wprawdzie te ostatnie stwierdzenia wynikają pośrednio z badań wykonanych przez Autorkę opiniowanej pracy doktorskiej, lecz bezsprzecznie stanowią o Jej rzeczywistych osiągnięciach i znaczeniu podjętej przez Nią tematyki badawczej.

W pełni pozytywnie merytorycznie oceniam opiniowaną pracę doktorską Pani mgr inż. Agnieszki Kaczmarek pod tytułem „*Nanotubularne warstwy tlenkowe na stopie Ti6Al4V jako matryce elektrochemicznego biosensora*”. Autorka udowodniła postawioną tezę opiniowanej pracy doktorskiej. Uzyskane wyniki badań są wartościowe poznawczo, oryginalne i mogą mieć znaczenie aplikacyjne. Praca cechuje się wysokim poziomem merytorycznym. Niestety, jak to zwykle bywa, zauważyłem pewne błędy edycyjne i niedociągnięcia merytoryczne w opiniowanej pracy doktorskiej, które nie wpływają jednak na znaczące obniżenie jej ogólnej pozytywnej oceny, a niektóre z nich mają być może jedynie charakter dyskusyjny. Do tej kategorii należy najpewniej wskazanie na niezbyt obszerne i kompletne podsumowanie wyników wykonanych badań. Tak dobra praca z pewnością zasługuje na pełniejszą analizę wyników i szersze wyjaśnienie stwierdzonych zależności fizykalnych. Warto dopracować ten element przy przygotowywaniu pracy do opublikowania. W pracy zauważam również niewłaściwe stosowanie różnych określeń, np. właściwości zamiast własności, chociaż pod tym względem wydaje się, że środowisko inżynierii

materiałowej w Polsce jest podzielone mniej więcej po połowie, stężenie tam gdzie należało użyć udział, wagowy zamiast masowy, termiczny (rusycyzm!) zamiast cieplny i jeszcze inne. Na niektórych rysunkach nie opisano osi. Krytyczne uwagi dotyczące kompozycji pracy, sformułowałem uprzednio. Pozostałe podobne uwagi szczegółowe przekazuję bezpośrednio Autorce.

Podsumowując niniejszą recenzję opiniowanej pracy doktorskiej Pani mgr inż. Agnieszki Kaczmarek pod tytułem „*Nanotubularne warstwy tlenkowe na stopie Ti6Al4V jako matryce elektrochemicznego biosensora*” wykonanej pod opieką promotorską Pani Prof. UZ dr hab. inż. Elżbiety Krasickiej-Cydzik i ogólnie oceniając wysoko całokształt dokonań Doktorantki, jak również biorąc pod uwagę, że w pracy Autorka wykazała, że:

- *jest bardzo dobrze zorientowana w poruszanej w literaturze problematyce dotyczącej warstw powierzchniowych zawierających nanorurki stosowanych przy wytwarzaniu biosensorów elektrochemicznych, wykazując się erudycją w tym zakresie dyscypliny naukowej „Inżynieria Materiałowa”,*
- *pozyskała umiejętności stawiania problemów badawczych i właściwego doboru komplementarnego i szerokiego zestawu metod badawczych oraz ich pełnego opanowania praktycznego,*
- *uzyskała wartościowe i oryginalne wyniki badań, o istotnym znaczeniu poznawczym i o walorach aplikacyjnych i udowodniła postawioną tezę pracy oraz osiągnęła założony cel naukowy,*
- *w wystarczającym stopniu opanowała umiejętności opracowania wyników wykonanych badań oraz prezentowania osiągniętych rezultatów badawczych,*

z pełnym przekonaniem stwierdzam, że opiniowana praca doktorska spełnia wszelkie wymagania określone w Ustawie o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki (Dz. U. nr 65 z dnia 16 kwietnia 2003 roku poz. 595 z późniejszymi zmianami) (w tym przypadku nadal obowiązuje tryb określony w tej właśnie Ustawie zgodnie z art. 33 ust. 1 Ustawy o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym, Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw - Dz. U. Nr 84, poz. 455 i Nr 112, poz. 654 z dnia 18 marca 2011 roku) i wnioskuję do Rady Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach o dopuszczenie Pani mgr inż. Agnieszki Kaczmarek do publicznej obrony przygotowanej przez Nią pracy doktorskiej.

