

Dr hab. inż. Przemysław Kwolek, prof. PRz  
Katedra Nauki o Materiałach  
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa  
Politechnika Rzeszowska  
ul. Żwirki i Wigury 4, 35-959 Rzeszów

Rzeszów, 16 stycznia 2025 r.

## **Recenzja rozprawy doktorskiej**

**mgr. inż. Arkadiusza Żydka**

pod tytułem „**Structure and properties of organic layers deposited on aluminium surfaces**”,  
przygotowanej pod kierunkiem **dr hab. Marceli Trybuły, prof. instytutu**

### **1. Podstawa opracowania**

Recenzja została wykonana na zlecenie Rady Naukowej Instytutu Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. A. Krupkowskiego PAN w Krakowie (pismo nr DP.520.6.2024 z dnia 18 listopada 2024 r. Dyrektor Instytutu, Pani dr hab. Joanny Wojewody-Budki, prof. instytutu). Podstawę prawną sporządzonej recenzji stanowi art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”.

### **2. Charakterystyka i opis rozprawy**

#### **2.1. Uwagi ogólne i struktura pracy**

Opiniowana rozprawa doktorska stanowi zwarte opracowanie naukowe napisane w języku angielskim. Jej tytuł odpowiada treści, choć moim zdaniem jest zbyt ogólny – nie wskazuje, że chodzi o ochronę aluminium przed korozją. Zasadniczą część rozprawy stanowią: wprowadzenie, przegląd literatury, określenie tezy pracy i przyjętych celów badawczych, opis metodyki badań, analiza wyników prowadzonych obliczeń i eksperymentów, podsumowanie i wnioski oraz bibliografia. Część literaturowa jest dość zwięzła, natomiast sporo uwagi Doktorant poświęcił opisowi zastosowanych metod obliczeniowych. Dominującą pod względem obszerności część dysertacji stanowi opis i analiza uzyskanych wyników obliczeń i badań. Bibliografia obejmuje 165 pozycji. Wśród nich prace opublikowane w czasopismach naukowych po 2010 roku stanowią ok. 47%, pomiędzy 2000 i 2010 rokiem – 25%, starsze – 15%. Pozostałe pozycje w spisie to głównie książki i nieliczne strony internetowe. Przyjętą strukturę rozprawy doktorskiej oceniam pozytywnie.



Stwierdzam również, że została w większości napisana poprawnym językiem, z zastosowaniem prawidłowej terminologii. Również jej strona edycyjna nie budzi większych zastrzeżeń. Doktorant zredagował pracę w sposób staranny i estetyczny. Rysunki są czytelne, prawidłowo opisane i odpowiednio przywołane w tekście. Mniejszą staranność Autor wykazał w redagowaniu równań, szczególnie w rozdziale 4., gdzie w niektórych przypadkach brakuje wyjaśnienia użytych symboli. Drobne uwagi krytyczne do formalnej strony pracy dotyczą także spisu literatury (przy niektórych jego pozycjach brakuje kompletnych danych bibliograficznych) oraz spisów rysunków i tabel (błędy przy formatowaniu tekstu).

## **2.2. Ocena ogólnej wiedzy teoretycznej przedstawionej w rozprawie doktorskiej**

Podstawę oceny ogólnej wiedzy teoretycznej Doktoranta z zakresu inżynierii materiałowej stanowi część literaturowa rozprawy doktorskiej, która koncentruje się na przedstawieniu procesów korozji aluminium i metod jego ochrony. Zagadnienia te poprzedza ważny, w kontekście dalszej części pracy, krótki opis budowy ochronnej warstwy tlenku tworzącej się na powierzchni aluminium. Przyjęty zakres tematyczny części literaturowej jest generalnie prawidłowy, chociaż w pewnych aspektach nadmiernie zawężony. Dotyczy to przede wszystkim ograniczenia analizy zastosowania inhibitorów korozji aluminium do związków organicznych i roztworów o pH alkalicznym lub obojętnym. Dlaczego Doktorant pominął roztwory kwaśne i nieorganiczne inhibitory korozji? Podobnie charakterystyka korozji równomiernej koncentruje się na roztworach alkalicznych i znacznie mniej uwagi poświęca roztworom kwaśnym, brakuje w niej także pełnego opisu reakcji przebiegających w ogniwie korozyjnym. Opisując pozostałe metody ochrony aluminium przed korozją, obok powłok ceramicznych wytwarzanych w procesie anodowania, należało również uwzględnić powłoki wytwarzane w procesie utleniania jarzeniowego (ang. PEO) i chemiczne powłoki konwersyjne często stosowane jako podłoże dla powłok organicznych. Część literaturową dysertacji podsumowuje rozdział, którego tytuł można przetłumaczyć jako „Stan zagadnienia”. Jego zadaniem, jest zwykle podsumowanie aktualnego stanu wiedzy z zakresu zagadnienia będącego przedmiotem prowadzonych badań naukowych i wskazanie istniejących luk w jego opisie. Niestety, w ocenianej rozprawie rola ta została spełniona w małym stopniu. Doktorant wybierając do badań znane inhibitory korozji powinien był wskazać, które aspekty ich ochronnego działania pozostają niejasne i wymagają dalszych prac.



Na podstawie analizy poprawności przedstawionych w rozprawie treści stwierdzam niewielką liczbę popełnionych błędów merytorycznych. Za najważniejsze uznaję potraktowanie rozpuszczania wodorotlenku glinu w obecności jonów wodorotlenkowych jako procesu elektrochemicznego (równanie 2.) i stwierdzenie, że kationy  $Al^{3+}$  ulegają redukcji w obszarach katodowych ogniwa korozyjnego. Można również zauważyć, że przedstawiony w rozdziale 4. rozprawy opis elektrochemicznej metody badań polegającej na określeniu potencjału półogniwa w warunkach bezprądowych dotyczy stanu równowagi termodynamicznej. Natomiast Doktorant, w swoich badaniach, wyznaczał potencjał korozyjny, którego wartość nie dostarcza informacji na temat właściwości termodynamicznych badanego układu.

Wśród zagadnień budzących wątpliwości natury merytorycznej należy także wskazać zastosowanie pojęcia elektroujemności w opisie korozji galwanicznej. Lepiej byłoby posłużyć się wartościami potencjałów standardowych odpowiednich półogniw typu metal/ion metalu. Dyskusyjny jest także opis zastosowania powłok cynkowych do ochrony aluminium przed korozją i brakuje w nim odniesienia do literatury. W części poświęconej metodologii prowadzonych symulacji numerycznych (rozdział 4.1.1) pojawia się często pojęcie potencjału i nie wiadomo, czy chodzi o potencjał elektryczny, czy energię potencjalną. Niejasne jest dla mnie także dlaczego w definicji potencjału chemicznego gazu doskonałego (równanie 10.) brakuje potencjału chemicznego tego gazu w stanie standardowym.

Podsumowując tą część mojej recenzji, stwierdzam, że Doktorant w swojej pracy posługuje się w większości poprawnym językiem, odpowiednim dla dyscypliny naukowej, a wskazane powyżej błędy merytoryczne są mało istotne. Analizowana literatura jest odpowiednia ze względu na zakres prowadzonych badań, jednak dla ukazania właściwego ich kontekstu należałoby ją rozszerzyć o publikacje dotyczące nieorganicznych inhibitorów korozji i roztworów kwaśnych. Największą wadą tej części rozprawy jest według mnie zbyt powierzchowna analiza stanu zagadnienia. Pomimo tego, ogólną wiedzę teoretyczną mgr. inż. Arkadiusza Żydko oceniam jako wystarczającą dla osoby ubiegającej się o uzyskanie stopnia doktora w dyscyplinie inżynieria materiałowa.



### 2.3. Ocena umiejętności samodzielnego prowadzenia przez Doktoranta pracy naukowej

Istotnym aspektem samodzielnej pracy naukowej jest prawidłowe określenie jej celów. Zdefiniowanie celów badawczych ułatwia zaś przyjęcie odpowiedniej tezy/hipotezy pracy. Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska zawiera tezę stwierdzającą, że oddziaływania pomiędzy warstwą organiczną i powierzchnią aluminium są kluczowe dla uzyskania dobrej przyczepności i zwartości tej warstwy i jednocześnie poprawy odporności metalu na korozję. Uważam, że przyjęta teza nie jest zbyt dobrze zdefiniowana. Po pierwsze, Doktorantowi prawdopodobnie chodziło o oddziaływania pomiędzy warstwą organiczną i powierzchnią tlenku a nie metalu. Po drugie, wydaje się oczywistym, że oddziaływania pomiędzy warstwą tlenkową i organiczną są kluczowe dla uzyskania ich dobrej przyczepności. Po trzecie, formułując tezę pracy należało uwzględnić także różnice w strukturze przyjętych do badań związków chemicznych – 1-H benzotriazolu i kwasu stearynowego i wpływ tych różnic na budowę warstw organicznych i ich właściwości ochronne. Przecież z jakiegoś powodu do badań zostały wybrane dwa związki chemiczne o różnej budowie, a nie tylko jeden.

W celu udowodnienia przyjętej tezy Doktorant zdefiniował pięć celów swojej pracy. Dotyczą one analizy oddziaływania pomiędzy warstwami ochronnymi i podłożem, ich budowy i wpływu na proces korozji. Pomimo moich zastrzeżeń do tezy pracy, przyjęte cele badawcze oceniam pozytywnie. Ich realizacja pozwala zrozumieć charakter oddziaływań pomiędzy badanymi warstwami i podłożem, budowę tych warstw i przez to ich właściwości ochronne. Należy w tym miejscu także docenić wybrany sposób realizacji celów badawczych – modelowanie molekularne układu aluminium/warstwa tlenkowa/warstwa organiczna i eksperymentalną weryfikację wyników prowadzonych obliczeń. Wymagało to od Doktoranta rozległej wiedzy i kompetencji.

Osiągnięcie zakładanych celów badawczych wymaga doboru odpowiedniej metodyki badań, umiejętności ich realizacji i prawidłowego zinterpretowania uzyskanych wyników. Przyjęta przez Doktoranta metodyka prowadzenia symulacji numerycznych i badań eksperymentalnych, szczególnie opisana w rozdziale 4. dysertacji, jest w większości prawidłowa. Pewne zastrzeżenia budzi sposób przeprowadzenia badań korozyjnych, do czego odniosę się szczególnie w dalszej części mojej recenzji. Oceniając przyjętą metodykę badań należy docenić kompleksowe podejście do zagadnienia obejmujące modelowanie matematyczne, analizę spektroskopową wytworzonych warstw ochronnych, badania mikroskopowe i korozyjne.



Istotnym elementem prowadzenia pracy naukowej jest umiejętność prawidłowej analizy uzyskanych wyników. W pierwszym jej etapie Doktorant na podstawie wyników symulacji numerycznych i badań spektroskopowych przedstawił budowę warstwy tlenkowej na aluminium, sposób oddziaływania cząsteczek 1-H benzotriazolu i kwasu stearynowego z powierzchnią tlenku i budowę samych warstw organicznych. Uzyskane wyniki są kluczowe dla właściwego zrozumienia procesu korozji, ich analiza została przeprowadzona prawidłowo, brakuje w niej natomiast wyjaśnienia znaczenia obliczonych wartości naprężenia w warstwach tlenkowej dla dalszych badań. Uważam także, że Doktorant przyjął dość niefortunny sposób identyfikacji opisywanych układów, gdzie termin „bulk Al” dotyczy powierzchni metalu, bez warstwy tlenkowej, „bare Al” dotyczy aluminium pokrytego  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a „modified bare Al” dotyczy warstw organicznych zaadsorbowanych na powierzchni tlenku.

Drugi etap analizy wyników dotyczył procesu korozji aluminium w roztworze NaCl. Wyniki prowadzonych symulacji numerycznych wskazują, że jednym z jego etapów jest dyfuzja jonów chlorkowych przez warstwę tlenku do powierzchni metalu. Jest to zgodne z aktualnym stanem wiedzy na temat korozji aluminium w roztworach chlorkowych. Jednocześnie Doktorant wykazał, że warstwa ochronna złożona z cząsteczek 1-H benzotriazolu skuteczniej ogranicza dostęp  $\text{Cl}^-$  do powierzchni tlenku glinu, w porównaniu do warstwy zbudowanej z cząsteczek kwasu stearynowego.

W trzecim etapie swoich badań mgr inż. Arkadiusz Żydek podjął próbę weryfikacji wyników symulacji numerycznych na drodze eksperymentalnej. Przedstawiona analiza obrazów powierzchni aluminium oraz aluminium pokrytego warstwą 1-H benzotriazolu i kwasu stearynowego wydaje się potwierdzać wyniki obliczeń. Nie rozumiem jednak dlaczego na tym etapie prac Doktorant nie spróbował ocenić intensywności przebiegu korozji wżerowej np. na podstawie liczby wżerów na powierzchni, ich średniej średnicy, ewentualnie głębokości. Uzyskane wyniki pozwoliłyby jednoznacznie potwierdzić prawidłowość prowadzonych obliczeń i byłyby łatwe w interpretacji. Zamiast tego, do analizy procesu korozji zastosowano bardziej skomplikowane metody elektrochemiczne.

Skuteczność ochronnego działania wytworzonych warstw organicznych została określona na podstawie analizy krzywych polaryzacji. Rysunek 8. sugeruje, że Doktorant użył w tym celu metody ekstrapolacji Tafela. Po pierwsze, stosując tę metodę należy przedstawić graficznie na krzywych polaryzacji sposób wyznaczenia gęstości prądu korozji i potencjału korozyjnego. Po drugie, metoda ta nie nadaje się do analizy korozji aluminium w roztworze NaCl, ponieważ ani reakcja katodowa ani anodowa nie są kontrolowane aktywacyjnie.



Świadczą o tym uzyskane wyniki: wartości potencjału korozyjnego nie zgadzają się z przedstawionymi na rys. 29. po 1 h ekspozycji próbek w środowisku korozyjnym a wartości stałych Tafela  $\beta_a$  i  $\beta_c$  znacznie odbiegają od teoretycznych – dla reakcji elektrochemicznych przebiegających w zakresie kontroli aktywacyjnej. Jest to spowodowane obecnością warstw ochronnych na powierzchni metalu i powolnym procesem dyfuzji tlenu do obszarów katodowych ogniw korozyjnych. Znacznie lepszym pomysłem Autora badań było wyznaczenie potencjału krytycznego korozji wżerowej. W przypadku aluminium potencjał ten jest o ok. 100 mV większy od potencjału korozyjnego, natomiast dla aluminium z warstwą 1-H benzotriazolu o ok. 150 mV. Biorąc pod uwagę także ok. 10-krotnie mniejszą wartość gęstości prądu w zakresie pasywnym dla aluminium z warstwą 1-H benzotriazolu należy uznać, że związek ten zwiększa odporność aluminium na korozję w roztworach chlorkowych, zgodnie zresztą z wynikami symulacji numerycznej. W przypadku kwasu stearynowego, wbrew sugestii Doktoranta, również można określić potencjał krytyczny korozji wżerowej – jest on bardzo zbliżony do potencjału korozyjnego. Można więc uznać, że zastosowanie kwasu stearynowego zwiększa podatność aluminium na korozję wżerową, co zresztą Autor sam zasugerował w rozdziale 5.2.2. Należy jeszcze dodać, że fakt zarejestrowania dla tych samych próbek najpierw katodowych a później anodowych krzywych polaryzacji może mieć negatywny wpływ na wyznaczane wartości potencjału krytycznego korozji wżerowej. Najwłaściwszym podejściem byłoby wyznaczenie anodowych krzywych polaryzacji rozpoczynając od potencjału korozyjnego. Doktorant powinien był także przyjrzeć się granicy pomiędzy badanymi próbkami i żywicą epoksydową. Uzyskanie poprawnych wartości potencjału krytycznego korozji wżerowej możliwe jest wyłącznie, gdy nie występuje tam korozja szczelinowa.

Analiza widm impedancyjnych również budzi wątpliwości. Dla skomplikowanego procesu korozji, w którym oprócz reakcji katodowej i anodowej, składających się przecież z etapów pośrednich, należy także uwzględnić obecność warstwy tlenkowej, częściowe pokrycie jej powierzchni warstwą organiczną oraz adsorpcję jonów chlorkowych interpretacja fizyczna niektórych elementów obwodu zastępczego jest znacznie bardziej złożona niż przedstawił to Doktorant. Ponadto obwód zastosowany do interpretacji widma impedancyjnego aluminium bez warstwy organicznej jest zbyt uproszczony – powinien również uwzględniać obecność warstwy tlenkowej. Jednocześnie element stałofazowy, który Doktorant powiązał z pojemnością elektryczną warstwy podwójnej odnosi się raczej do pojemności warstwy  $Al_2O_3$ . Stąd też sposób obliczenia tej wielkości fizycznej na podstawie równania 39, które samo w sobie zostało błędnie przedstawione, nie jest prawidłowy. W tym przypadku należało raczej zastosować model opracowany przez Hirschorna.



Prezentując wyniki aproksymacji widm impedancyjnych (tabela 10) Doktorant powinien podawać wartości odpowiadające poszczególnym elementom obwodu zastępczego wraz z niepewnościami ich wyznaczenia.

Ostatni etap analizy wyników przedstawia wpływ procesu korozji na chropowatość powierzchni badanych próbek i strukturę warstwy tlenkowej. Wprawdzie przyjęte metody obliczeniowe pozwoliły trafnie przewidzieć zwiększenie chropowatości próbek po tym procesie, jednak nie uzyskano nowych istotnych informacji na temat jego przebiegu. Analiza wskaźników komórek Woronoja zdefiniowanych w warstwie tlenku potwierdziła, że ma ona głównie budowę amorficzną. Budowa ta nie ulega istotnym zmianom w wyniku procesu korozji, bez względu na to, czy na powierzchni warstwy tlenkowej zaadsorbowane były cząsteczki 1-H benzotriazolu / kwasu stearynowego czy nie. Podobne wnioski można wysnuć w przypadku wartości naprężeń i odkształceń w warstwie tlenku. Prezentując wyniki symulacji numerycznych Doktorant mylnie podał GPa jako jednostkę odkształcenia.

Podsumowując tą część mojej recenzji stwierdzam, że pomimo błędów popełnionych podczas realizacji badań korozyjnych, a zwłaszcza interpretacji uzyskanych wyników, mgr inż. Arkadiusz Żydek wykazał, że posiada zdolność do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej na poziomie adekwatnym dla osoby ubiegającej się o uzyskanie stopnia doktora. Pozytywną ocenę tego aspektu działalności naukowej Doktoranta uzasadniają następujące fakty: cele pracy zostały zdefiniowane w sposób prawidłowy, przyjęta metodyka badawcza pozwoliła na ich realizację, większa część wyników przedstawionych w rozprawie została uzyskana na drodze modelowania matematycznego i nie budzi zastrzeżeń, ich interpretacja także jest prawidłowa. W moim odczuciu Doktorant posiada znacznie większą wiedzę i doświadczenie w dziedzinie symulacji numerycznych niż badań korozyjnych. Świadczy o tym również jego dorobek naukowy. Stąd uważam, że warto docenić podjętą przez mgr. inż. Arkadiusza Żydkę próbę eksperymentalnej weryfikacji uzyskanych wyników badań. Na usprawiedliwienie Doktoranta przytoczę też fakt, że metoda ekstrapolacji Tafela jest niestety często stosowana w publikacjach naukowych do określenia szybkości korozji aluminium i jego stopów. Warto również podkreślić, że przedstawione wyniki badań korozyjnych, prawidłowo zinterpretowane, wydają się potwierdzać wyniki symulacji numerycznych.



#### 2.4. Ocena, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

Aluminium, zwłaszcza jego stopy, znajdują coraz większe zastosowanie w technice. Biorąc pod uwagę rosnący popyt i bardzo dużą uciążliwość dla środowiska procesu produkcji aluminium z jego rud, należy zwrócić większą uwagę na ochronę przed korozją, ale także przed zużyciem tribologicznym wyrobów ze stopów aluminium, w celu zwiększenia ich żywotności i zakresu zastosowania. Dlatego zagadnienie opracowania skutecznych inhibitorów korozji stopów aluminium stanowi przedmiot licznych badań naukowych i ma duże znaczenie praktyczne. Uznaję więc problematykę podjętą w opiniowanej rozprawie za istotną i aktualną. Przyjęta koncepcja pracy, wyrażona przez zdefiniowanie jej celów i tezy oraz przyjęta metodyka badań odzwierciedlają naukowy charakter problemu.

Doktorant w tezie swojej pracy założył, że oddziaływania pomiędzy warstwą organiczną i powierzchnią tlenku glinu są kluczowe dla uzyskania dobrej przyczepności i zwartości tej warstwy i jednocześnie poprawy odporności metalu na korozję. Teza ta moim zdaniem została zweryfikowana negatywnie – wyniki badań wykazały, że oddziaływania występujące pomiędzy kwasem stearynowym i powierzchnią tlenku, chociaż silniejsze od oddziaływań pomiędzy 1-H benzotriazolem i  $Al_2O_3$  nie zapewniają zwiększonej ochrony przed korozją. Istotniejszą rolę wydaje się tutaj odgrywać stopień zwartości warstwy organicznej i możliwość utrudnienia dostępu jonów chlorkowych do powierzchni tlenku.

Na podstawie analizy uzyskanych wyników symulacji numerycznych i badań spektroskopowych można stwierdzić, że dwa pierwsze, spośród zdefiniowanych pięciu celów pracy zostały zrealizowane. Doktorant wykazał różnice w oddziaływaniu pomiędzy cząsteczkami tworzącymi warstwy ochronne i podłożem, opisał także budowę tych warstw. Stanowiło to podstawę dla zrozumienia mechanizmu procesu korozji i ochronnego działania warstw organicznych. Symulacja procesu korozji, a właściwie jednego z jego elementów, czyli dyfuzji jonów chlorkowych przez warstwę organiczną do powierzchni tlenku i dalej w kierunku podłoża metalicznego, wskazała na istotne różnice we właściwościach ochronnych obu warstw organicznych. Tym samym trzeci z przyjętych celów rozprawy można uznać za zrealizowany. Wpływ procesu korozji na chropowatość powierzchni powłok organicznych i budowę warstwy tlenkowej został także ustalony zgodnie z 4. celem rozprawy. Również ostatni cel, zakładający eksperymentalną ocenę właściwości antykorozyjnych wytworzonych warstw, można uznać za przynajmniej częściowo zrealizowany.





Wprawdzie interpretacja wyników badań korozyjnych była w dużej części obarczona błędami, to jednak ostatecznie Doktorant słusznie stwierdził, że warstwa 1-H benzotriazolu zapewnia największą ochronę podłoża przed korozją.

Podsumowując tą część recenzji, uważam, że mgr inż. Arkadiusz Żydek zrealizował przyjęte cele swojej pracy i zweryfikował jej tezę. Uwzględniając ich naukowy charakter stwierdzam, że przyjęta do oceny rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

### **2.5. Uwagi do dyskusji podczas publicznej obrony rozprawy doktorskiej**

- 1) Proszę wyjaśnić jaki jest cel i sposób wytwarzania oraz mechanizm ochronnego działania powłok cynkowych na aluminium, wspomnianych w rozdziale 2.4.2?
- 2) Proszę o uzasadnienie przyjętej koncepcji prowadzenia badań korozyjnych i interpretacji uzyskanych wyników, w tym graficzne przedstawienie sposobu wyznaczenia gęstości prądu korozji i potencjału korozyjnego.
- 3) Proszę o wyjaśnienie jaką rolę pełnią w pracy wyniki obliczeń naprężeń i odkształceń w warstwie tlenkowej oraz co Doktorant spodziewał się uzyskać prowadząc te obliczenia?

### **3. Wniosek końcowy**

Opiniowana rozprawa doktorska pt. „Structure and properties of organic layers deposited on aluminium surfaces”, przygotowana pod kierunkiem Pani dr hab. Marceli Trybuły, prof. instytutu, stanowi w mojej ocenie oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Jednocześnie wskazuje, że jej Autor, Pan mgr inż. Arkadiusz Żydek posiada niezbędną wiedzę teoretyczną z zakresu dyscypliny inżynieria materiałowa i zdolność do samodzielnego prowadzenia badań naukowych na poziomie adekwatnym dla osoby ubiegającej się o uzyskanie stopnia doktora.

Stwierdzam zatem, że recenzowana rozprawa spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późn. zm.) i wnioskuję o jej dopuszczenie do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania mgr. inż. Arkadiuszowi Żydkowi stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.



(podpis recenzenta)