

Imię i nazwisko recenzenta:

**Radom, 29.12.2025**

**Prof. dr hab. inż. Jerzy Smolik**

(data i miejsce)

Dane adresowe:

**Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji  
26-600 Radom, Pułaskiego 6/10**

### **Recenzja pracy doktorskiej**

**mgra inż. Mateusza Kołodzieja**

(imię i nazwisko doktoranta / doktorantki)

**pod tytułem: Modyfikacja składników kąpieli do pasywacji na bazie chromu trójwartościowego powłok cynkowych i stopowych Zn-Ni w celu zminimalizowania negatywnego wpływu wzrostu zawartości cynku i żelaza na czas życia kąpieli oraz właściwości nakładanej powłoki ochronnej**

**przygotowanej pod kierunkiem:**

**dra hab. Juliusza Winiarskiego, prof. PWr**

(imię i nazwisko promotora)

## **1. Podstawa opracowania**

Recenzja została wykonana na zlecenie Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej.

Podstawa prawna art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (z późn. zm.)

Opinia dotycząca przedmiotowej rozprawy doktorskiej zawiera trzy elementy:

- 1) ocenę wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie inżynieria chemiczna;
- 2) ocenę wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta ubiegającego się o nadanie stopnia doktora;
- 3) ocenę wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

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

### **2.1. Ogólna charakterystyka rozprawy**

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy opracowania metodyki kontroli i jednocześnie komponowania składu kąpieli do wytwarzania powłok konwersyjnych z udziałem Cr(III), w celu wydłużenia czasu eksploatacji tych kąpieli bez pogorszenia właściwości korozyjnych wytwarzanych powłok. Jednocześnie, ze względu na formułę

pracy doktorskiej jako „doktoratu wdrożeniowego”, w rozprawie przedstawiono konkretne rozwiązanie procesowe umożliwiające jego zastosowanie w praktyce przemysłowej.

Postawione przez Doktoranta cele rozprawy, w tym cel naukowy i cel wdrożeniowy, wymagały zaplanowania szeregu działań procesowych w obszarze wytwarzania powłok metodą galwaniczną, a także działań analitycznych w obszarze badania właściwości wytwarzanych powłok. Tak zdefiniowana złożoność zagadnień spowodowała, że recenzowana rozprawa doktorska dotyczy zarówno problematyki z obszaru inżynierii chemicznej (działania procesowe), jak i problematyki z obszaru inżynierii materiałowej (badania właściwości wytwarzanych powłok).

Praca doktorska mgr inż. Mateusza KOŁODZIEJA obejmuje analizę składu kąpieli do wytwarzania powłok konwersyjnych z udziałem Cr(III) oraz analizę wpływu składu kąpieli na właściwości wytwarzanych powłok, a także stanowi próbę opracowania oryginalnej, autorskiej metody modyfikowania tego składu, w celu wydłużenia czasu trwałości procesowej modyfikowanej kąpieli.

Jako wprowadzenie do sformułowania celu pracy doktorskiej Autor rozprawy przeprowadził analizę wiedzy w zakresie ogólnych zagadnień dotyczących korozji, w tym: rodzajów korozji, jej znaczenia społecznego i rynkowego, a także sposobów przeciwdziałania korozji. Prześledził także informacje literaturowe nt. metod wytwarzania powłok cynkowych oraz wytwarzania powłok konwersyjnych z udziałem związków chromu, w tym zarówno Cr(VI) oraz Cr(III). Na podstawie dokonanej analizy literaturowej, a także własnych doświadczeń w zakresie przemysłowego wytwarzania powłok cynkowych i cynkowych stopowych, Doktorant opracował ramowy program badań, zawierający metodykę poszczególnych działań procesowych i prac analitycznych, dokonał analizy uzyskanych wyników, a następnie przeprowadził proces wnioskowania.

**W ocenie Recenzenta, rozprawa doktorska mgr inż. Mateusza KOŁODZIEJA stanowi spójne opracowanie naukowe pod względem koncepcji badawczej, obejmujące wskazanie problemu naukowego, dobór metodyki badawczej, wykonanie zaplanowanych badań eksperymentalnych oraz prezentację uzyskanych wyników, ich omówienie i wnioskowanie.**

## **2.2. Ocena metodyczna rozprawy**

### ***Struktura rozprawy***

Recenzowana rozprawa doktorska zawiera 137 stron, łącznie ze streszczeniem w języku polskim oraz języku angielskim, spisem treści i wykazem literatury, który obejmuje 191 pozycji, a także spisem rysunków, spisem tabel i wykazem własnego dorobku naukowego. Treść rozprawy dotycząca badań została podzielona na 4 główne rozdziały: 1. *Część literaturowa*, 2. *Część eksperymentalna*, 3. *Wnioski*, 4. *Bibliografia*.

**Rozdział 1 Część literaturowa** została podzielona na 5 podrozdziałów. Podrozdziały 1.1 ÷ 1.4 zawierają krótkie omówienie zagadnień dotyczących: 1.1 rodzajów korozji, 1.2 sposobów przeciwdziałania korozji, 1.3 metod wytwarzania powłok cynkowych, 1.4 wytwarzania powłok konwersyjnych z udziałem związków chromu Cr(VI) oraz Cr(III).

Podrozdział 1.5 stanowi opis sformułowanego przez Doktoranta problemu badawczego. Autor uzasadnia podjęcie tematyki badawczej objętej rozprawą, a następnie formułuje cele pracy (naukowy i wdrożeniowy) oraz tezę badawczą.

**Rozdział 2 Część eksperymentalna** została podzielona na 4 podrozdziały. Doktorant kolejno opisuje: (2.1) wybór materiałów do badań oraz wybór procesów

technologicznych, (2.2) sposób przygotowania próbek badawczych, (2.3) wykorzystane techniki badawcze, (2.4) uzyskane wyniki, które poddaje dyskusji.

**Rozdział 3 Wnioski** stanowi krótkie podsumowanie zrealizowanych prac oraz sformułowane 23 nienumerowane wnioski końcowe.

Ostatnim numerowanym rozdziałem rozprawy jest rozdział **4. Bibliografia**, w którym Doktorant przedstawił afiliacje 191 wykorzystanych w pracy pozycji literaturowych.

Po zapoznaniu się z treścią poszczególnych rozdziałów należy uznać, że ich kolejność stanowi spójne opracowanie naukowe, począwszy od zidentyfikowania problemu naukowego w ściśle określonym obszarze badawczym, poprzez dobór metodyki badawczej i wykonanie zaplanowanych badań eksperymentalnych, aż po prezentację uzyskanych wyników, ich dyskusję i wnioskowanie.

#### ***Literatura***

Spis literatury obejmuje 191 pozycji krajowych i międzynarodowych, związanych z poszczególnymi zagadnieniami omawianymi w rozprawie. Spis literatury przygotowany został poprawnie, w układzie chronologicznym przywoływania poszczególnych pozycji w tekście.

#### ***Ilustracje i tabele***

Wszystkie ilustracje i tabele zamieszczone w rozprawie zostały przygotowane starannie i należy je uznać za potrzebne oraz ułatwiające interpretację pracy. Rysunki zamieszczone w pracy są czytelne i dobrze opisane.

#### ***Terminologia, gramatyka, ortografia***

Jak wykazała przedstawiona analiza struktury rozprawy doktorskiej mgra inż. Mateusza KOŁODZIEJA, rozprawa została podzielona na 3 główne rozdziały merytoryczne: *1. Część literaturowa*, *2. Część eksperymentalna*, *3. Wnioski*. O ile w rozdziałach 2 i 3 zapis tekstu należy uznać za poprawny gramatycznie, o tyle gramatykę tekstu w rozdziale *1. Część eksperymentalna* trzeba uznać za bardzo złą. Widoczne są częste, błędne zapisy: „e” zamiast „ę”, „a” zamiast „ą”, duża litera zamiast mała litera, oraz inne błędy literowe i interpunkcyjne. Czytając tekst w „części literaturowej” można odnieść wrażenie, że niektóre fragmenty są automatycznym, pozbawionym korekty, tłumaczeniem z języka obcego z wykorzystaniem translatora. Nie podważa to faktu zapoznania się z literaturą przedmiotu, tym nie mniej utrudnia czytanie tekstu. Wskazuje to także na brak rzetelnej korekty tekstu rozprawy, co w przypadku tekstów naukowych nie powinno mieć miejsca.

**Zdaniem Recenzenta poziom edytorski całości rozprawy, w tym: jakość druku, przejrzystość tabel, spójność i powtarzalność marginesów, tabulacji, wykorzystywania nawiasów, itp., należy uznać za wystarczający.**

## 2.3. Ocena merytoryczna rozprawy

### ***Ocena wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie inżynieria chemiczna***

Analizując ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie inżynieria chemiczna, w tym przegląd stanu wiedzy przeprowadzony jako wprowadzenie do sformułowania celu pracy doktorskiej, należy uwzględnić formułę, w której praca doktorska była realizowana, tzn. „doktorat wdrożeniowy”. W opinii Recenzenta konieczne jest uwzględnienie wiedzy Doktoranta i jego doświadczenia przemysłowego w zakresie problematyki dotyczącej wytwarzania powłok galwanicznych, w tym szczególnie związanych z tym problemów technologicznych, uwarunkowań rynkowych, możliwości technicznych w warunkach przemysłowych, a także wiedzy nt. stosowanych materiałów, kąpielii i procesów.

Przegląd literaturowy przeprowadzony przez mgra inż. Mateusza KOŁODZIEJA obejmuje stosunkowo wąski zakres tematyczny, tym nie mniej w połączeniu z jego wiedzą praktyczną był on wystarczający do sformułowania problemu badawczego, a także zaplanowania metodyki badań.

Doktorant dokonał analizy takich zagadnień jak: rodzaje korozji, znaczenie społeczne i rynkowe zjawiska korozji, sposoby przeciwdziałania korozji, metody wytwarzania powłok cynkowych, a także uwarunkowania dotyczące wytwarzania powłok konwersyjnych z udziałem związków chromu, w tym zarówno Cr(VI) oraz Cr(III). Należy uznać, że przeprowadzenie analizy stanu wiedzy w zakresie wymienionych zagadnień wskazuje na dobre ogólne rozpoznanie przez Doktoranta zagadnień bezpośrednio związanych z tematyką rozprawy.

Analizując zakres prac badawczych zaplanowanych przez Doktoranta, przedstawiony na stronie 38, należy podkreślić jego kompleksowy charakter, obejmujący bardzo szeroki zakres działań, w tym zarówno metodycznych (*m.in.: przygotowanie ciągu technologicznego, dobór wybór materiałów próbek*) procesowych (*m.in.: dobór parametrów procesowych, opracowanie metody oczyszczania kąpielii*), jak i analitycznych (*m.in.: wybór metod badawczych do badania właściwości cienkich powłok, badania wytworzonych powłok, analiza wpływu zanieczyszczeń jonowych na właściwości powłoki konwersyjnej*). Wskazuje to na pełne zrozumienie przez Doktoranta zaplanowanego eksperymentu badawczego.

W części badawczej rozprawy Doktorant wykorzystał różne metody badania materiałów, w tym: mikroskopową obserwację z wykorzystaniem elektronowej mikroskopii skaningowej (SEM), metodę dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (EDS) oraz metodę rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronów (XPS) do badania składu chemicznego, metodę liniowej rezystancji polaryzacji (LPR) do badania odporności korozyjnej, a także metodę spektrometrii absorpcji atomowej do badania zanieczyszczeń jonowych w kąpielach galwanicznych. Zarówno dobór metod badawczych, jak również formę prezentacji uzyskanych wyników oraz sformułowane na ich podstawie wnioski należy uznać za poprawne.

Na tej podstawie z przekonaniem stwierdzam, że mgr inż. Mateusz KOŁODZIEJ prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie inżynieria chemiczna na poziomie wystarczającym. Podkreślić należy także wiedzę i sprawność badawczą Doktoranta w zakresie realizacji procesów technologicznych wytwarzania powłok konwersyjnych. Należy także zwrócić uwagę na przeprowadzony przez Doktoranta sprawny dobór metod

badawczych i realizację badań materiałowych, które to działania zaliczyć należy do dyscypliny inżynieria materiałowa.

### ***Ocena wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta ubiegającego się o nadanie stopnia doktora;***

W swojej rozprawie doktorskiej mgr inż. Mateusz KOŁODZIEJ sformułował cel naukowy, a także cel wdrożeniowy, który powinien stanowić nieodzowny element w procesie realizacji doktoratu wdrożeniowego.

Jako cel naukowy rozprawy Doktorant wskazał „*określenie negatywnego wpływu zanieczyszczeń jonami żelaza i cynku obecnymi w kąpeli do pasywacji powłok cynkowych i cynkowych stopowych na strukturę i morfologię powłok konwersyjnych oraz jej wybrane właściwości użytkowe*”.

Zrozumiałe jest, że takie sformułowanie celu wynika z dokonanego przeglądu wiedzy, tym nie mniej zapis „*określenie negatywnego wpływu zanieczyszczeń .....*” należy uznać za niezręczny. Użycie terminu „*określenie negatywnego wpływu*” bezpośrednio sugeruje wynik negatywny bez potrzeby realizacji badań. Lepszą formułą zapisu wydaje się być zapis uproszczony, tj. „*określenie wpływu zanieczyszczeń .....*”, który bezpośrednio wskazuje na potrzebę przeprowadzenia badań w tym zakresie, i który rzeczywiście został przez Doktoranta zrealizowany.

Jako cel wdrożeniowy rozprawy Doktorant wskazał z kolei „*opracowanie metody oczyszczania kąpeli, która wydłużyłaby okres między wymianami kąpeli i nie wywołałaby pogorszenia właściwości ochronnych wytwarzanych powłok konwersyjnych*”. Cel wdrożeniowy jest jednoznacznie sformułowany, podyktowany oczekiwaniami przedsiębiorstw i posiada duże znaczenie komercyjne.

Doktorant sformułował również tezę badawczą rozprawy doktorskiej, tj. „*Zastosowanie odpowiednio dobranych substancji dozowanych bezpośrednio do kąpeli pasywacyjnej pozwoli selektywnie obniżyć poziom zanieczyszczenia jonami cynku i żelaza i wydłuży czas życia kąpeli bez znaczącego pogorszenia odporności na korozję wytwarzanych powłok konwersyjnych oraz nie wpłynie negatywnie na wygląd detali*”.

Sformułowana teza badawcza jest powiązana i wynika bezpośrednio ze sformułowanych celów rozprawy. Porównanie tezy i celu wdrożeniowego wskazuje na zaistniałą nieścisłość. W celu wdrożeniowym zapisano, że metoda oczyszczania kąpeli nie powinna wywołać „*... pogorszenia właściwości ochronnych ...*”, czyli nie może nastąpić pogorszenie właściwości. Natomiast w tezie zapisano, że nie wywoła „*... znaczącego pogorszenia odporności na korozję ...*”, czyli może nastąpić pogorszenie właściwości, ale nie może ono być znaczące (?).

Pomimo sformułowanych uwag uważam, że zarówno cele: naukowy i wdrożeniowy, jak i teza badawcza rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza KOŁODZIEJA należy uznać za wymagające badawczo, których osiągnięcie wymagało zaplanowania przemyślanej i złożonej metodyki badawczej.

Dla osiągnięcia postawionych w rozprawie celów: naukowego i wdrożeniowego Doktorant opracował wieloetapowy program badań, obejmujący:

- przygotowanie ciągu technologicznego,
- wybór materiałów próbek,
- dobór parametrów procesowych,
- analiza wpływu zanieczyszczeń jonowych na właściwości powłoki konwersyjnej,

- wybór metod badawczych do badania właściwości cienkich powłok,
- badania wytworzonych powłok,
- opracowanie metody oczyszczania kąpeli.

Zaproponowany plan badań jest adekwatny do postawionej tezy i celów pracy, i zdaniem Recenzenta umożliwia wyjaśnienie sformułowanego przez Doktoranta problemu badawczego, który można określić jako: „czy możliwe jest efektywne wydłużenie czasu przemysłowego wykorzystania kąpeli do wytwarzania powłok konwersyjnych na bazie chromu, poprzez stabilizowanie stopnia ich zanieczyszczenia jonami żelaza i jonami cynku”.

W trakcie realizacji przyjętego planu badawczego mgr inż. Mateusz KOŁODZIEJ wykazał się bardzo dużą wiedzą w zakresie praktycznej realizacji procesów wytwarzania powłok konwersyjnych, a także umiejętnością wykorzystania różnych metod badawczych stosowanych do badania cienkich warstw i powłok. Doktorant wykorzystał w swoich badaniach różne metody badawcze, w tym: mikroskopową obserwację z wykorzystaniem elektronowej mikroskopii skaningowej (SEM), metodą dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (EDS) oraz metodę rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronów (XPS) do badania składu chemicznego, metodą liniowej rezystancji polaryzacji (LPR) do badania odporności korozyjnej, a także metodę spektrometrii absorpcji atomowej do badania zanieczyszczeń jonowych w kąpielach galwanicznych.. Dobór metod badawczych do przyjętego planu badań i sformułowanego celu pracy należy uznać za poprawne.

Na każdym etapie realizacji przyjętego planu badań Doktorant poddawał analizie uzyskane wyniki badań, dokonywał wyboru parametrów realizowanych procesów i właściwości wytwarzanych materiałów, istotnych dla realizacji następnego etapu. W ocenie Recenzenta autorskimi osiągnięciami mgra inż. Mateusza KOŁODZIEJA są:

1. opracowanie laboratoryjnej metody kontrolowanego zanieczyszczenia kąpeli galwanicznych jonami cynku i/lub żelaza do celów badawczych;
2. wyznaczenie granicznych wartości zanieczyszczeń jonami cynku ( $17.3 \text{ g/dm}^3$ ) oraz jonami żelaza ( $360 \text{ mg/dm}^3$ ), przekroczenie których powoduje pogorszenie jakości i odporności korozyjnej powłok konwersyjnych komponowanych z udziałem Cr(III);
3. opracowanie składu i sposobu dozowania dodatków do kąpeli umożliwiających zmniejszenie stężenia jonów cynku i jonów żelaza w kąpeli, bez pogorszenia odporności korozyjnej wytwarzanych powłok konwersyjnych komponowanych z udziałem Cr(III);
4. na podstawie wyników badań laboratoryjnych dotyczących zmniejszania/stabilizowania stężenia jonów cynku i jonów żelaza w kąpielach konwersyjnych, opracowanie modelowej technologii wydłużania trwałości eksploatacyjnej tych kąpeli w warunkach przemysłowych bez pogorszenia jakości i odporności korozyjnej wytwarzanych powłok.

**Na podstawie przeprowadzonej analizy części badawczej recenzowanej rozprawy doktorskiej stwierdzam, że mgr inż. Mateusz KOŁODZIEJ wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.**

Jak już wspomniano wcześniej zakres zaplanowanych przez Doktoranta prac badawczych był obszerny i obejmował różne obszary badawcze. Stąd duża różnorodność analizowanych zagadnień, ale także pojawiających się problemów badawczych wymagających wyjaśnienia.

Bardzo proszę Doktoranta o odniesienie się w miarę możliwości do sformułowanych poniżej pytań. Sformułowane pytania wynikają w dużej mierze ze złożoności zagadnień poruszonych w pracy i nie podważają ogólnej pozytywnej oceny Recenzenta, dotyczącej przeprowadzonych prac badawczych.

1. Czy zapis w podpisach pod rysunkami 25 ÷ 29 „Wyniki umieszczone za zgodą dr hab. inż. Włodzimierza Tylusa” wynika z faktu, że: Wyniki były uzyskane bez udziału Doktoranta w badaniach?; Wyniki stanowią zawartość innych badań, jedynie zaadoptowanych w pracy Doktoranta?
2. Na str.61 Doktorant analizuje różne formy chromu występujące w powłoce konwersyjnej (Tabela 13). Stwierdza przy tym, że, cytat: „Największą ilość wodorotlenku chromu (III) (około 77.1%) zaobserwowano na powierzchni powłoki konwersyjnej otrzymanej w kąpeli zanieczyszczonej jonami żelaza oraz jonami cynku (wzrost o 22%). Samo zanieczyszczenie kąpeli jonami cynku ( $17.3 \text{ g/dm}^3$ ) powoduje wzrost wodorotlenku w powłoce konwersyjnej o 17%, a zanieczyszczenie jonami żelaza ( $360 \text{ mg/dm}^3$ ) w kąpeli powoduje wzrost o 14%”.

Jak wyznaczono podane wzrosty procentowe: 22%, 17% oraz 14%? W stosunku do jakiej wartości zostały wyznaczone? W tabeli 13 podano, że zawartość wodorotlenku  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  w powłoce konwersyjnej otrzymanej w czystej kąpeli wynosiła 63.3%.

3. Spośród badań analitycznych wykonanych w ramach ocenianej rozprawy doktorskiej najbardziej obszernymi są badania z wykorzystaniem metody XPS. Jak wynika z informacji pokazanych w tabeli 13, co również potwierdza Autor w tekście rozprawy (str.61, str.104), cytat: „Wszystko wskazuje na to, że obecność żelaza oraz cynku w kąpeli pasywacyjnej ma niekorzystny wpływ na formę osadzonego chromu. Pojawia się wyższy udział wytrąconego wodorotlenku chromu  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  w zamian tlenku chromu  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ”.

Jednocześnie Doktorant wskazuje na fakt, że „wprowadzenie zanieczyszczeń jonowych do kąpeli pasywacyjnych nie znalazło odzwierciedlenia w wartościach liczbowych szybkości korozji wyznaczonej technikami polaryzacyjnymi” (str.104 ÷ 105). Wprawdzie dalej Autor pisze z kolei, że „... nie zaobserwowano zakresu pasywnego na krzywej anodowej, co bez wątplenia świadczy o pogorszeniu właściwości barierowych”, tym nie mniej wyniki laboratoryjnych badań korozyjnych nie są jednoznaczne.

Jaka w takim razie jest rola „gorszego” wodorotlenku chromu  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  w porównaniu z „lepszym” tlenkiem chromu  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , w procesie zmniejszania odporności korozyjnej?

Jak należy również wytłumaczyć fakt, że pomimo 2-krotnego zwiększenia stosunku  $\text{Cr}(\text{OH})_3 / \text{Cr}_2\text{O}_3 = 1.99$  dla kąpeli czystej  $\text{Cr}(\text{III})$  do wartości  $\text{Cr}(\text{OH})_3 / \text{Cr}_2\text{O}_3 = 3.98$  dla kąpeli zanieczyszczonej  $\text{Cr}(\text{III})+\text{Zn}+\text{Fe}$  (zgodnie z informacją podaną w tabeli 13), nie obserwujemy znacznego pogorszenia odporności korozyjnej?

### ***Ocena wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.***

Jak już w recenzji wskazano, tematyka pracy doktorskiej mgr inż. Mateusza KOŁODZIEJA dotyczy badań w zakresie efektywnego wydłużenia czasu pracy kąpeli do wytwarzania powłok konwersyjnych na bazie chromu, poprzez stabilizowanie stopnia ich zanieczyszczenia jonami żelaza i jonami cynku. Jak wynika z analizy literaturowej przeprowadzonej przez Doktoranta, problem ten podyktowany jest oczekiwaniami przedsiębiorstw i posiada duże znaczenie komercyjne.

Mgr inż. Mateusz KOŁODZIEJ w opracowanym przez siebie planie badań zaproponował oryginalne, autorskie podejście badawcze, obejmujące analizę wpływu jonów żelaza i jonów cynku w kąpeli galwanicznej na właściwości wytwarzanych powłok konwersyjnych na bazie chromu, a następnie ograniczenie stężenia wymienionych jonów z wykorzystaniem zaproponowanych mieszanin chemicznych. Zaproponowany przez Doktoranta plan badawczy ma bardzo kompleksowy charakter i obejmuje szeroki zakres działań, w tym zarówno metodycznych, procesowych, jak i analitycznych. Należy przy tym podkreślić, że działania zaproponowane przez Autora rozprawy nie są przypadkowe. Doktorant stawia bowiem tezę, że odpowiedni dobór substancji dozowanych do kąpeli jest w stanie efektywnie wydłużyć czas jej eksploatacji bez pogorszenia właściwości funkcjonalnych wytwarzanych powłok.

Należy podkreślić, że opracowane przez Doktoranta modelowe rozwiązanie procesowe dotyczące ograniczenia / stabilizacji stężenia jonów żelaza i jonów cynku w kąpeli do wytwarzania powłok konwersyjnych na bazie Cr(III) przeszło pomyślnie testy w warunkach przemysłowych. Trwałość badanej kąpeli pasywacyjnej w warunkach pracy przedsiębiorstwa zwiększyła się z 14 tygodni do 17 tygodni.

Na tej podstawie należy uznać, że rozprawa doktorska mgr inż. Mateusza KOŁODZIEJA stanowi próbę rozwiązania oryginalnego, precyzyjnie zdefiniowanego problemu badawczego.

### **3. Wniosek końcowy**

Na podstawie przeprowadzonej oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza KOŁODZIEJA pt. „*Modyfikacja składników kąpeli do pasywacji na bazie chromu trójwartościowego powłok cynkowych i stopowych Zn-Ni w celu zminimalizowania negatywnego wpływu wzrostu zawartości cynku i żelaza na czas życia kąpeli oraz właściwości nakładanej powłoki ochronnej*” uważam, że stanowi ona próbę rozwiązania oryginalnego, zdefiniowanego problemu badawczego.

**Podsumowując stwierdzam, 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 o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna.**

  
(podpis recenzenta)