



Poznań, 20.12.2024 r.

**RECENZJA****rozprawy doktorskiej mgr. inż. Rafała Wala**

zatytułowanej

**„Metody uzdatniania i utylizacji produktów destylacji zużytych emulsji chłodząco-smarujących pochodzących z procesów odlewania ciśnieniowego oraz obróbki skrawaniem”**

opracowana na zlecenie Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej

(Uchwała nr 24/2/RDND05/2024-2028 z dnia 16.10.2024 r. oraz pismo RDND05/25/2024-2028 z dnia 21.10.2024 r.)

**Informacje ogólne i tematyka rozprawy doktorskiej**

Rozprawa doktorska mgr. inż. Rafała Wala została zrealizowana we współpracy pomiędzy jednostką akademicką – Grupa Inżynierii Procesowej Katedry Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej oraz firmą – Magna Casting Poland Sp. z o.o., w ramach programu „Doktorat Wdrożeniowy IV” (grant nr DWD/4/6/2020). Zgodnie z założeniami programu, opiekunem naukowym/promotorem w tym postępowaniu jest dr hab. inż. Izabela Polowczyk, prof. PWr, reprezentująca Politechnikę Wrocławską, natomiast opiekunem Kandydata z ramienia firmy jest dr inż. Mariusz Hejne. Co ważne, działalność naukowa Pani promotor skoncentrowana jest na szeroko rozumianej inżynierii procesowej i praktycznych aspektach technologii – zagadnieniach ściśle związanych z tematyką recenzowanej rozprawy doktorskiej.

W związku z wymaganiami stawianymi Doktoratom wdrożeniowym, podczas oceny rozprawy doktorskiej szczególną uwagę zwrócono na: trafność wyboru oryginalnego problemu badawczego/technologicznego i próbę jego rozwiązania w zakresie wykorzystania działalności naukowej w sektorze gospodarczym, metodologię badań, dobór wykorzystanych technik, jak również poprawność interpretacji uzyskanych wyników oraz dyskusji skorelowanej z aktualnym stanem wiedzy.

Tematyka rozprawy doktorskiej, w ogólnym zarysie, dotyczy możliwości opracowania i implementacji w warunkach przemysłowych alternatywnych sposobów uzdatniania i utylizacji produktów destylacji przepracowanych emulsji chłodząco-smarujących pochodzących z procesów odlewania ciśnieniowego oraz obróbki skrawaniem, realizowanych w firmie Magna Casting Poland Sp. z o.o., w której zatrudniony jest Doktorant.

Metody odlewania ciśnieniowego, wspierane obróbką skrawaniem czy walcowaniem, są podstawowymi technologiami kształtowania gotowych produktów z ciekłych stopów metali nieżelaznych takich jak glin, miedź czy cynk. Kluczowym aspektem jest właściwa realizacja poszczególnych etapów procesu produkcyjnego, która w istotny sposób determinuje jakość i parametry użytkowe odlewanych wyrobów. Specyfika metod odlewania i ich warunki procesowe

(temperatura płynnego metalu, ciśnienie, właściwości formowanych produktów) mogą powodować niszczenie elementów konstrukcyjnych maszyn do odlewania, co w perspektywie czasu może prowadzić do nieodwracalnych uszkodzeń i/lub wymiany. Wymusza to na producentach stosowanie dodatkowych operacji jednostkowych zapewniających odpowiednie warunki pracy dla urządzeń na linii technologicznej oraz wpływających na stabilność wymiarową i jakość odlewanych produktów. Głównym zabiegiem jest zapewnienie właściwego odbioru ciepła z rozgrzanych elementów, które realizuje się stosując odpowiednie ciecze chłodzące takie jak: wodę, oleje, emulsje wodno-olejowe czy woskowe. Ich wykorzystanie jest wielokierunkowe – wewnętrzne systemy odbioru ciepła (węzownice wodne lub olejowe wprowadzane pomiędzy elementy konstrukcyjne urządzeń) czy zewnętrzne systemy natryskowe zraszające gorące elementy formy (emulsje olejowe czy woskowe), zapewniające dodatkowo ochronę powierzchni formy cienką warstwą antyadhezyjną ułatwiającą odseparowanie zakrzepniętego odlewu. Niestety, w kontakcie z wysoką temperaturą i specyficznymi warunkami procesu odlewniczego, właściwości użytkowe stosowanych chłodziw ulegają pogorszeniu i koniecznym jest ich zastąpienie nowym czynnikiem chłodzącym, a to przekłada się na koszty produkcji, a co ważniejsze na koszty utylizacji zużytych emulsji wodno-olejowych. Warto nadmienić, że właściwości zużytych chłodziw (w tym zmienny skład) determinują sposób ich utylizacji, który w większości przypadków jest realizowany przez instytucje zewnętrzne, co pociąga za sobą dodatkowe koszty. Zagadnienia, o których mowa, dotyczą bezpośrednio procesu produkcyjnego firmy Magna Casting Poland Sp. z o.o. Pomimo, że do dnia dzisiejszego zaproponowano i opublikowano wiele rozwiązań w zakresie utylizacji/uzdatniania emulsji wodno-olejowych stosowanych jako chłodziwa, wciąż dąży się do ich udoskonalania i propozycji nowych, jako że odgrywają one kluczową rolę w transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym, która jest niezbędnym elementem tworzenia niskoemisyjnej, zasobooszczędnej, innowacyjnej i konkurencyjnej gospodarki Polski. Gospodarka o obiegu zamkniętym, o której mowa, wpisana jest jako Krajowa Inteligentna Specjalizacja (KIS 7 z dnia 13.02.2023 r.) wskazująca na preferencyjne obszary wsparcia innowacyjnych prac badawczych, rozwojowych i wdrożeniowych, związanych ze zrównoważonym zagospodarowaniem zasobów odnawialnych i nieodnawialnych. Tym samym jakakolwiek zmiana/usprawnienie w gospodarce zużytych chłodziwami może nieść ze sobą korzyści ekonomiczne czy środowiskowe – tak istotne z punktu widzenia zrównoważonej gospodarki.

W ten nurt wpisują się zagadnienia zaprezentowane w recenzowanej rozprawie doktorskiej, w ramach której, Doktorant podjął się rozwiązania oryginalnego problemu badawczego jakim jest opracowanie technologii pozwalających na obniżenie kosztów gospodarki odpadami powstającymi w procesie odparowania chłodziw, z jednoczesną poprawą wydajności instalacji czy możliwością ponownego wykorzystania wody technologicznej. Zasadność podjęcia badań w tym kierunku wynika z faktu, że firma Magna Casting Poland Sp. z o.o. jest w posiadaniu instalacji wyparnej Destimat LE2000, umożliwiającej rozdzielanie przeparowanych emulsji na dwa strumienie (destylat i koncentrat) – stworzyło to możliwości głębszej analizy zagadnienia i zaproponowania nowych rozwiązań w kierunku usprawnienia całego procesu wyparnego. Uważam ten nurt badań za aktualny i istotny z praktycznego punktu widzenia. Zaprezentowane w rozprawie zagadnienia skoncentrowane są przede wszystkim na próbie rozwiązania identyfikowanych problemów procesowych w Magna Casting Poland Sp. z o.o. i wskazania możliwych kierunków ich przezwyciężenia. Ten aspekt zaprezentowanych prac należy uznać za użyteczny, tym bardziej, że zdefiniowanie potencjalnych kierunków usprawnienia procesu wyparnego w zdecydowany sposób może przełożyć się na aspekt ekonomiczny i ekologiczny technologii odlewania ciśnieniowego.

## Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Oceniana rozprawa doktorska została przygotowana w języku polskim i przedstawiona na 112 stronach maszynopisu. Układ dysertacji jest klasyczny. Pierwszy element pracy stanowią *Spis treści, Wykaz skrótów* oraz *Streszczenia* w języku polskim i angielskim. Kolejno Doktorant zamieścił *Wstęp*, który jest swego rodzaju uzasadnieniem podjęcia badań będących przedmiotem dysertacji i wskazuje na obecnie stosowane rozwiązania w firmie Magna Casting Poland Sp. z o.o., uwzględniając projekt przedmiotowej instalacji Destimat LE2000. W sekcji *Cel pracy*, Doktorant prezentuje główne założenia prac badawczych, które w moim odczuciu akurat w tym miejscu powinny być bardziej uszczegółowione/doprecyzowane. Kolejnym elementem rozprawy jest *Przegląd literatury*, który bardzo dobrze wprowadza czytającego w tematykę prezentowanych zagadnień technologicznych. Autor opisuje, szczególnie istotne z punktu widzenia tematyki rozprawy doktorskiej, informacje o technologii odlewnictwa aluminium, stosowanych emulsjach chłodząco-smarujących i metodach ich utylizacji, ze szczególnym uwzględnieniem metod rozdzielania, deemulgacji, pogłębionego utleniania czy technik membranowych. Zabrakło mi jednak podsumowania całej części literaturowej, które „płynnie” wprowadziłaby czytającego w zagadnienia części eksperymentalnej pracy. Należy jednak podkreślić, że skonfrontowanie informacji zawartych w literaturze naukowej z aspektami gospodarki przepracowanymi emulsjami chłodzącymi w Magna Casting Poland Sp. z o.o., dowodzi dokładnej analizy zagadnienia oraz potwierdza przygotowanie Doktoranta do realizacji zagadnień będących przedmiotem ocenianej dysertacji. Wynika to nie tylko z zaprezentowanego przeglądu literatury, ale także z doświadczenia zawodowego mgr. inż. Rafała Wala, zdobytego podczas pracy w firmie. Ponadto, zaprezentowany przegląd literatury wskazał potencjalne możliwości rozwiązania problemów procesowych firmy, które były inspiracją i pozwoliły Doktorantowi zdefiniować cele prowadzonych badań. W sekcji *Materiały i metodyka badań*, przedstawiono zaplanowany tok prac badawczych, które podzielił na kilka głównych etapów:

- badania wstępne nad rozdzielaniem strumienia koncentratu z instalacji wyparnej z wykorzystaniem procesów koagulacji z flokulacją lub deemulgacji;
- badania wstępne i optymalizacyjne nad rozdzielaniem emulsji z wykorzystaniem procesów koagulacji z flokulacją lub deemulgacji;
- badania nad możliwością obniżenia ChZT wszystkich analizowanych strumieni (emulsja, koncentrat, destylat) z użyciem metody pogłębionego utleniania;
- badania nad możliwością wykorzystania i skutecznością odwróconej osmozy w oczyszczeniu wody ze strumienia destylatu czy układów myjących, wraz z oceną możliwości jej ponownego wykorzystania w procesach produkcyjnych.

Do zrealizowania zaplanowanych etapów prac Doktorant wykorzystał odpowiednie odczynniki (koagulanty, flokulanty – polielektrolity, deemulgatory, utleniacze i katalizatory reakcji Fentona), niezbędną aparaturę (stanowisko do rozdzielania nieodparowanego chłodziwa, reaktor do prowadzenia reakcji Fentona, stacja odwróconej osmozy), metody i techniki pomiarowe (spektrofotometrię UV-VIS – oznaczanie ChZT czy metodą turbidymetryczną).

Kolejnym rozdziałem jest *Omówienie wyników*, w którym Doktorant opisuje i dyskutuje dane eksperymentalne zebrane z poszczególnych etapów badań. Z kolei w *Podsumowaniu* oraz *Proponowanych wdrożeniach usprawniających*, zaprezentowano wady i zalety analizowanych usprawnień. Szczególnie wartościową jest *Analiza ekonomiczna* proponowanych rozwiązań, która wskazuje na istotne korzyści ekonomiczne będące następstwem potencjalnego wdrożenia wyników badań do praktyki przemysłowej. Całość pracy wieńczą *Wnioski, Spis rysunków i tabel* oraz *Bibliografia* obejmująca 100 aktualnych pozycji publikacyjnych i monograficznych. W pracy

zamieszczono także oświadczenie Prezesa Zarządu firmy Magna Casting Poland Sp. z o.o. o zainteresowaniu wdrożeniem opracowanych usprawnień instalacji wyparnej Destimat LE2000. Nie zaprezentowano natomiast dorobku naukowego mgr. inż. Rafała Wala, co utrudniło ocenę jego aktywności naukowej.

### ***Osiągnięcia Doktoranta***

Wymiernym efektem prac Doktoranta jest kompleksowa analiza uzdatniania i utylizacji produktów destylacji przepracowanych emulsji chłodząco-smarujących, pochodzących z procesów wysokociśnieniowego odlewania aluminium oraz procesów obróbki skrawaniem, realizowanych w Magna Casting Poland Sp. z o.o. Uzyskanie wartościowych zależności było możliwe dzięki wielokierunkowemu podejściu do problemu zmiennego składu produktów procesu wyparnego czy nieodparowanej emulsji, co w efekcie pozwoliło nakreślić główne założenia wskazujące na możliwość usprawnienia wydajności sekcji odparowania z jednoczesną poprawą parametrów generowanych na tym etapie produktów. Analizując zebrane dane eksperymentalne, Doktorant udowodnił, że zaproponowana metoda uzdatniania produktów procesu wyparnego (koncentrat i destylat) przynosi wymierne korzyści, zwłaszcza w stosunku do destylatu i jego dalszego doczyszczania z wykorzystaniem odwróconej osmozy – proces może dostarczyć wody o parametrach predysponujących do wykorzystania na potrzeby technologiczne. Niestety, zastosowanie koagulacji z flokulacją czy też deemulgacji nie pozwoliło na rozdzielenie koncentratu, a zmniejszenie jego ładunku ChZT, będące następstwem przeprowadzenia reakcji Fentona, jest nieuzasadnione ekonomicznie i technicznie. Podobnie sytuacja wygląda w przypadku analizy procesu pogłębionego utleniania destylatu. Z kolei analizując strumień nieodparowanej emulsji, Doktorant udokumentował skuteczność procesów koagulacji z flokulacją czy też deemulgacji, jako wydajnych metod obniżania ChZT ścieku oraz uzyskania wstępnie oczyszczonej wody, która po dalszej obróbce może zostać zawrócona na linię technologiczną. Prowadząc optymalizację tego procesu, wskazano najkorzystniejsze parametry jego realizacji, które nie powinny przysporzyć istotnych problemów podczas implementacji w praktyce przemysłowej. Doktorant podkreślił, że koszty procesu deemulgacji są wyższe w porównaniu do koagulacji z flokulacją, więc jego wykorzystanie będzie uzasadnione tylko w sytuacji braku możliwości zastosowania dwóch pozostałych metod. Odwrotnie sytuacja wygląda, jeżeli chodzi o podjęte próby obniżenia ChZT z wykorzystaniem reakcji Fentona – analiza procesu wskazała na istotne kwestie związane z czasem procesu a generowaną ilością emulsji, które bez znaczących inwestycji w rozbudowę instalacji, nie będą uzasadnione technicznie. Kluczowym osiągnięciem Doktoranta, płynącym z wnikliwej analizy procesu gospodarki przepracowanymi chłodziwami w firmie Magna Casting Poland Sp. z o.o., jest zaproponowanie koncepcji wdrożenia przemysłowego opartego o wstępny rozdział emulsji połączony z technologią odwróconej osmozy, zarówno w stosunku do strumienia destylatu jak i fazy wodnej z procesów rozdziału. Taki zabieg technologiczny jest najbardziej uzasadniony technicznie i powinien przynieść wymierne efekty ekonomiczne, jako że przekłada się na znaczne oszczędności wody technologicznej i możliwość jej wielokierunkowego wykorzystania, oszczędności energii, zmniejszenie ilości utylizowanego koncentratu, a także możliwość pominięcia proces wyparnego w przypadku zadowalających wartości wskaźnika ChZT. Co ważne, dalszy proces doczyszczania wody technologicznej jest nieuzasadniony ekonomicznie. Utylitarnym efektem prac Doktoranta są proponowane wdrożenia usprawniające (wsparte analizą ekonomiczną), które wskazują na konieczność doposażenia instalacji wyparnej Destimat LE2000, implementację zoptymalizowanych parametrów procesu rozdzielania i doczyszczania wody w układzie odwróconej

osmozy (załączony projekt prezentujący proponowaną modyfikację instalacji Destimat LE2000). Spodziewanym jest, według Doktoranta, że zakładane koszty inwestycji powinny się zwrócić po 2 latach, a w optymistycznym wariancie nawet po roku jej funkcjonowania.

Należy podkreślić, że przedstawione w rozprawie badania są bardzo istotne zarówno z naukowego, jak i z praktycznego punktu widzenia, zwłaszcza że dotyczą realnych problemów z jakimi Doktorant ma do czynienia w pracy zawodowej w Magna Casting Poland Sp. z o.o. Zaprezentowane rozważania eksperymentalne, analiza zmiennych parametrów i ocena ich wpływu na wydajność procesu uzdatniania przepracowanych emulsji, wsparte analizą ekonomiczną, a finalnie opracowaną propozycją wdrożenia, wskazują na spektrum możliwości projektowania innowacyjnych rozwiązań dla gospodarki ściekami w przemyśle. Podsumowując ostatecznie tę część dysertacji stwierdzam, że cele postawione przez Doktoranta zostały osiągnięte.

Zaprezentowane w pracy osiągnięcia Doktorant szczegółowo podsumował, wskazując wady i zalety proponowanych zabiegów technologicznych, a co ważniejsze perspektywy dalszych prac i gotowe rekomendacje/rozwiązania do rozważenia w dalszej implementacji.

W ocenianej pracy doktorskiej mgr inż. Rafał Wal nie zaprezentował swojego dorobku naukowego (m.in. publikacje, zgłoszenia patentowe, patenty, udział w konferencjach, czy osiągnięcia wdrożeniowe). Trudno więc odnieść się w recenzji do oceny aktywności naukowej Doktoranta, czy tej w zakresie wyników prac badawczo-rozwojowych przeznaczonych do implementacji w różnych sektorach gospodarki. Wymóg formalny do złożenia i przyjęcia rozprawy został jednak spełniony, co wynika z decyzji Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej oraz danych zawartych w bazie Google Scholar, które „ponadprogramowo” zweryfikowałem na potrzeby recenzji.

### ***Kwestie dyskusyjne***

W tej części opinii pozwolę sobie wskazać kilka kwestii dyskusyjnych. Ogólnie dysertacja doktorska została zredagowana poprawnie, niemniej jednak Autor nie uniknął błędów edytorskich, stylistycznych czy niefortunnnych sformułowań, których znaczenie można jednak pominąć – kilka z nich prezentuję poniżej:

- str. 15 błąd ortograficzny w słowie „wacha się”;
- str. 20 „Analiza literatury naukowo-technicznej wykazała znaczne zainteresowanie środowiska naukowego wspomnianym problemem poprzez prace nad wieloma technologiami pozwalającymi na zmniejszenie wpływu zużytych emulsji na środowisko naturalne oraz na obniżenie kosztów gospodarki zaolejonymi odpadami przepracowanych emulsji” – brak cytowanej literatury;
- str. 22 błędne sformułowanie „w znaczącym **wzroście zainteresowania badań naukowych**”;
- str. 28 błąd w dacie „1984 r.” powinno być „1894 r.”;
- str. 29 skrót AOP odnosi się do „*Advanced Oxidation Processes*” czyli zaawansowanych procesów utleniania – nie został wytłumaczony oraz nie zamieszczono skrótu w spisie skrótów. W pracy jest więcej skrótów, których nie zamieszczono w ich spisie. Stosując spis skrótów powinny tam być wszystkie skróty pojawiające się w pracy; Rysunek 13 to są reakcje więc konsekwentnie nie powinny być numerowane jako rysunek;
- str. 30 „Najłatwiejszą do wdrożenia w warunkach przemysłowych **metodą z tej grup** są technologie membranowe..”;
- str. 33 błędne sformułowanie „Proces ten bazuje na procesie osmozy naturalnej, w którym dochodzi do migracji przez membranę rozpuszczalnika **z roztworu o mniejszym stężeniu do roztworu o stężeniu mniejszym** w celu wyrównania stężeń”;

- czcionka na rysunkach powinna być większa – miejscami zapisy są nieczytelne;
- zapisy **siarczan VI żelaza II** oraz **siarczan(VI) żelaza(II)** powinny być ujednolicone w pracy;
- str. 34 „**Proces** wymuszonej osmozy znalazł zastosowanie w wielu **procesach** przemysłowych, również tych związanych z oczyszczaniem ścieków. **Co** stanowi podstawę dla wielu dalszych badań naukowych nad zastosowaniem tej technologii.” i dalej „bezpośrednim jak również w **procesie pośrednik..**”;
- str. 35 „Drugim **istnym** aspektem”;
- str. 38 co kryje się pod hasłem „próbka chwilowa”?
- str. 53 jest „do wartości **571** mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>” a powinno być „do wartości **5710** mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>”;
- str. 55 błędne cytowanie rysunków 27 i 28, a str. 65 błędne cytowanie rysunków 34 i 35 ;
- Podpisy rysunków w stylu „Zmiana współczynnika TSI w czasie **w zależności** od stężenia deemulgatora” – zależność  $y=f(x)$  dla różnych stężeń deemulgatora – taki zapis jest poprawny i powinien być stosowany dla wszystkich przedstawianych wykresów;
- str. 67 „Zoptymalizowanie procesu rozdziału pozwoliło na zwiększenie wydajności redukcji ChZT z 46% do 62%, co stanowi poprawę o **34%** w odniesieniu do procesu nieoptymalizowanego” – a czy nie jest to raczej poprawa o 16%?
- str. 69, Rys. 37 – podpis rysunku powinien być precyzyjny, a zdjęcia oznaczone jako (a) i (b);
- str. 70 „w celu obniżenia **poziomu** zanieczyszczeń emulsji do takiego **poziomu**”; zaprezentowany opis warunków procesu i uzyskanych zależności powinien być bardziej precyzyjny; Tabela 16 – **stężenie perhydrolu** (kolumna 1) i **stężenie nadtlenu wodoru** (kolumna 2)
- str. 71, Tabela 17 – kolumna 1 powinna być inaczej opisana – trudno mówić o próbce „1h”;
- opis rysunków 40 i 41 jest nieprecyzyjny;
- opis rysunków 43 i 44 – „**Zależność** ChZT oraz redukcji ChZT emulsji **w zależności..**”;

Poniżej pozwolę sobie zaprezentować natomiast kwestie do dyskusji podczas publicznej obrony:

- analizując procesy koagulacji z flokulacją czy deemulgacji dla konkretnych układów (badania wstępne) stosowano różne stężenia odpowiednich odczynników chemicznych – w pracy zabrakło wyjaśnienia/uzasadnienia czym były podyktowane ich ilości, skoro badania optymalizacyjne prowadzono dopiero w kolejnym etapie prac eksperymentalnych? Brakuje też uzasadnienia zakresu wartości optymalizowanych parametrów determinujących przebieg procesów. To samo dotyczy różnej ilości stosowanego katalizatora do reakcji Fentona, także wspomaganej UV.
- w trakcie badań analizowano wpływ pH na poszczególne procesy – zabrakło mi jednak bardziej szczegółowego komentarza dotyczącego możliwości wytrącania osadu i radzenia sobie z tym zjawiskiem podczas uzdatniania przepracowanych chłodziw;
- str. 54 – analizując wpływ pH na szybkość rozdziału emulsji wybrano pH=7, a nie pH=9, dla którego uzyskano najwyższą wartość współczynnika TSI – zabrakło uzasadnienia dokonania takiego wyboru, zwłaszcza że w niektórych przypadkach takie uzasadnienie się pojawiało (np. str. 55 – wpływ szybkości mieszania);
- Rysunki 27 i 30 oraz 31 i 32 są takie same, a dane na Rys. 29 nie korespondują z tymi w Tabeli 8 – proszę o sprostowanie/wyjaśnienia;
- str. 73 – „Pierwszą próbkę alkaliczowano do pH > 10 i odstawiano do odpadnięcia osadu” – z kolei dane w tabeli 18 nie wskazują na wartości pH powyżej 10 – proszę o sprostowanie;
- jak Doktorant tłumaczy poprawę redukcji ChZT przy zmniejszonej ilości katalizatora reakcji Fentona?
- część wyników badań dla zastosowania technik membranowych nie została podsumowana;

- Dopiero w podsumowaniu pojawia się informacja odnośnie „wysokiej zawartością n-parafin w składzie jednej ze stosowanych emulsji oraz wysokim stężeniu fosforanów pochodzących ze środków myjących wyparkę” – w pracy nie odnotowałem szczegółowej analizy wpływu obecności tych składników na skuteczność proponowanych rozwiązań;
- w sytuacji kiedy analizowany jest wpływ wielu zmiennych parametrów na przebieg danego procesu zawsze pojawia się pytanie: Od którego parametru rozpocząć? Który jest najbardziej kluczowy? Czy nie byłoby łatwiej zaimplementować metodę planowania eksperymentu, która ograniczyłaby ilość prac eksperymentalnych?

### **Podsumowanie i ocena końcowa**

Oceniając przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską autorstwa mgr. inż. Rafała Wala, z jednej strony należy podkreślić, że prezentuje ona ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, z drugiej, wskazuje praktyczne rozwiązania problemów, z którymi zmagają się Magna Casting Poland Sp. z o.o. Przedstawiono w niej wyniki własnych prac eksperymentalnych, które w sposób komplementarny pozwoliły na wskazanie możliwych, praktycznych rozwiązań mających na celu usprawnienie uzdatniania i utylizacji produktów destylacji przepracowanych emulsji chłodząco-smarujących. Wynika to bezpośrednio z faktu, że badania realizowane w ramach doktoratu wdrożeniowego powinny mieć praktyczne znaczenie dla przedsiębiorstwa i obejmować zarówno prace naukowe, jak i wdrożeniowe. Nie podlega wątpliwości, że zaprezentowane zależności eksperymentalne są perspektywiczne i w niedalekiej przyszłości mogą przynieść wymierne korzyści ekologiczne i ekonomiczne, jako potencjalne rozwiązania udoskonalające gospodarkę przepracowanymi chłodziwami. Dodatkowo, należy podkreślić, że przygotowana rozprawa doktorska jest efektem rzetelnej współpracy na linii przemysł – jednostka akademicka, co jest głównym założeniem doktoratów wdrożeniowych, skoncentrowanych na możliwości wdrażania wyników działalności naukowej prowadzonej przez doktorantów. Biorąc pod uwagę komplementarność doświadczenia i zainteresowań naukowych Pani Promotor i przedstawicieli firmy Magna Casting Poland Sp. z o.o., a także infrastruktury badawczo-rozwojowej możliwym było jej przygotowanie wskazując m.in. oryginalne rozwiązania o istotnym potencjale wdrożeniowym w sektorze gospodarki zajmującym się m.in. odlewaniem ciśnieniowym i procesami pokrewnymi. Sposób zaplanowania prac, zrealizowanie oryginalnych badań, interpretacja uzyskanych wyników połączona z rzeczową analizą danych przemysłowych i aspektem ekonomicznym całego przedsięwzięcia, świadczą o wysokich kompetencjach naukowo-badawczych oraz tych z zakresu znajomości procesu technologicznego Autora rozprawy i są dowodem Jego przygotowania merytorycznego do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Na podstawie oceny rozprawy doktorskiej nt. *„Metody uzdatniania i utylizacji produktów destylacji zużytych emulsji chłodząco-smarujących pochodzących z procesów odlewania ciśnieniowego oraz obróbki skrawaniem”*, autorstwa Pana mgr. inż. Rafała Wala, jednoznacznie stwierdzam, że recenzowana rozprawa prezentuje oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz w zakresie zastosowania wyników badań naukowych w sferze gospodarczej i spełnia wymagania ustawowe i zwyczajowe stawiane rozprawom doktorskim. **Wniosuję do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej o przyjęcie rozprawy i przeprowadzenie dalszych etapów postępowania doktorskiego.**

Filip Ciesielny