

dr hab. inż. Maciej Szwaab, prof. uczelni
Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej
Politechniki Warszawskiej
00-645 Warszawa, Waryńskiego 1

Warszawa, 20.12.2024 r.

Ocena
rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Rafała Wala
pt: *Metody uzdatniania i utylizacji produktów destylacji zużytych emulsji chłodząco-smarujących pochodzących z procesów odlewania ciśnieniowego oraz obróbki skrawaniem*

Niniejszą ocenę przygotowałem na prośbę Pani Profesor Izabeli Michalak, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej, wyrażoną w skierowanym do mnie piśmie datowanym na dzień 21.10.2024 r.

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Rafała Wala pt: *Metody uzdatniania i utylizacji produktów destylacji zużytych emulsji chłodząco-smarujących pochodzących z procesów odlewania ciśnieniowego oraz obróbki skrawaniem* liczy 112 stron, na których zamieszczone są kolejno: spis treści, spis skrótów, streszczenie w języku polskim i angielskim, 8 rozdziałów, w tym wnioski, spis rysunków, spis tabel i bibliografia zawierająca 100 pozycji.

Recenzowana rozprawa doktorska została wykonana jako doktorat wdrożeniowy i na wniosek Doktoranta jest pracą utajnioną.

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy istotnej kwestii zagospodarowania ścieków pochodzących z zakładu produkcyjnego wytwarzającego elementy metodą wysokociśnieniowego odlewania detali aluminiowych. Koszty utylizacji powstających w procesie ścieków wodnych, zawierających znaczące ilości emulsji chłodząco-smarujących, stanowią dużą część kosztów produkcyjnych. Zrozumiałe jest zatem dążenie osób zarządzających zakładem produkcyjnym do zmniejszenia kosztów utylizacji ścieków poprzez ich wstępną obróbkę. Zakład produkcyjny, w którym był realizowany doktorat wdrożeniowy, zakupił instalację odparowującą wodę z przepracowanych emulsji. W ten sposób otrzymano zmniejszoną objętość kosztownych w utylizacji ścieków zawierających emulsje chłodząco-smarujące oraz strumień ścieków wodnych znacząco mniej kosztownych w utylizacji. Według deklaracji użytkownika, takie działania przyniosły oszczędności na poziomie 2 000 000 zł rocznie. Doktorant w swojej pracy postanowił skupić się na dalszej analizie tej instalacji i

aspektów ekonomicznych i technologicznych z nią związanych. Doktorant w rozdziale „2. Cel pracy” stwierdza, że ważnym problemem badawczym jest usprawnienie instalacji i obniżenie kosztów spółki. Nie jest to moim zdaniem problem badawczy, a jedynie cel operacyjny wybranej spółki. Niestety Doktorant nie formułuje problemów badawczych, które wymagają badań na poziomie pracy doktorskiej. Brak jasno sprecyzowanego celu badawczego utrudnia dalszą analizę rozprawy.

Rozumiejąc specyfikę programu „Doktorat wdrożeniowy”, przyjmuję, że celem takiego projektu badawczego może być poprawa funkcjonowania partykularnego zakładu produkcyjnego, nawet jeśli uzyskane wyniki nie mają charakteru naukowego i nie cechują się uniwersalnością. Trudno też mówić o korzyściach płynących dla nauki lub innych zakładów produkcyjnych w momencie, gdy wyniki pracy są utajnione.

Na kolejnych stronach rozprawy doktorskiej, w rozdziale 3, Doktorant przedstawia przegląd literatury. Jest on zrobiony stosunkowo mało wnikliwie i z pewnymi niedomówieniami. Doktorant powinien bardziej skupić się na informacjach potrzebnych w realizacji jego badań, zamiast przedstawiać informacje, których w pracy nie wykorzystywał. Podobnie jest w rozdziale 4 dotyczącym metodyki badawczej.

Rozdział 5 to omówienie własnych wyników. Do tego rozdziału zgłaszam najwięcej zastrzeżeń, które wymienię poniżej. Oczekuję, że podczas publicznej obrony Doktorant bardzo szczegółowo odniesie się do podniesionych kwestii. Sugeruję również, aby odpowiedzi na poniższe uwagi zostały również w formie drukowanej dołączone do późniejszej dokumentacji z postępowania doktorskiego.

1. Głównym moim zarzutem dotyczącym braku zastosowania metodyki naukowej w prowadzeniu badań w recenzowanej rozprawie doktorskiej jest tylko jednokrotny pomiar każdej wielkości. Takie podejście uniemożliwia jakąkolwiek analizę statystyczną wyniku oraz uniemożliwia wychwycenie błędów przypadkowych. To niestety świadczy o dużej słabości naukowej przedstawianej do recenzji rozprawy.
2. Doktorant podejmuje się w pracy „badań optymalizacyjnych”. Stwierdzam jednak, że Doktorant nie ma wiedzy dotyczącej zagadnień optymalizacyjnych. Nie definiuje wskaźnika jakości, nie proponuje modelu optymalizacji (ograniczenia równościowe i nierównościowe), nie przedstawia metody poszukiwania rozwiązania optymalnego. To, co w swojej pracy wykonał Doktorant, nie jest optymalizacją. Można to co najwyżej nazwać poszukiwaniem bliżej niesprecyzowanego rozwiązania technologicznego. Doktorant stwierdza na str. 53: „Przeprowadzone badania optymalizacyjne miały na celu wykazanie wpływu następujących parametrów (...) na

szybkość destabilizacji badanej emulsji”. Można przyjąć, że wskaźnikiem jakości, funkcją celu, była dla Doktoranta szybkość destabilizacji badanej emulsji. Ale dlaczego? Nigdzie w pracy nie udowodniono, że istotny jest czas prowadzenia procesu. Dlaczego Doktorant jako najważniejsze uznał szybkie zdestabilizowanie emulsji? Wydawać by się mogło, że dla zakładu produkcyjnego ważniejsze są niskie koszty, nawet jeżeli czas prowadzenia procesu miałby być dłuższy. Moim zdaniem funkcją celu takich badań optymalizacyjnych powinny być niskie koszty uzyskania ściągów o zadanych parametrach w rozsądnym czasie, ale to właśnie jest to podejście optymalizacyjne (określenie funkcji celu i ograniczeń), którego zabrakło w pracy. Co więcej, Doktorant sam nie uznaje określonego przez siebie wskaźnika jakości, gdyż przykładowo dla badań wpływu pH na wartość TSI jako „optymalny” wybiera pH=7, ponieważ jest to tańsze rozwiązanie, niż pH=9, dla której to wartości osiągnął wyższą wartość parametru TSI określającego szybkość destabilizacji emulsji.

3. Wyniki przedstawione na kolejno pojawiających się w pracy wykresach nie zawierają słupków błędów (ten zarzut już pojawił się w powyższym p.1). Gdyby takie słupki błędów były, to prawdopodobnie okazałyby się, że duża część wyników mieści się w podobnym przedziale wartości TSI i wówczas celowe byłoby rozpatrywanie innego wskaźnika jakości, niekoniecznie tylko szybkości destabilizacji. Dysponując tylko jednym pomiarem dla każdego z punktów na wykresie, nie jest możliwe uchwycenie statystyki wyników. Proszę jednak, aby Doktorant wrysował chociaż w te wykresy słupki błędów pochodzących z metodyki badawczej i dokładności przyrządów pomiarowych.
4. W rozdziale 5.2.2 Doktorant nie wykazał się starannością i pomylił wykresy, które zamieścił w pracy. Wykresy nie dotyczą tych parametrów, które są aktualnie analizowane. Proszę przedstawić właściwe wykresy podczas publicznej obrony. Doktoranta jednak trochę ratują tabele, w których zawarte są wyniki końcowe procesu. Nie można jednak z tych tabel uchwycić kinetyki.
5. W związku z powyższymi uwagami nie mogę zgodzić się, że Doktorant dokonał optymalizacji technologii. Wartości parametrów, które Doktorant na str. 62 przedstawia jako „optymalne”, najprawdopodobniej nimi nie są. Jestem natomiast w stanie uwierzyć, że prowadzenie procesu przy takich wartościach parametrów może powodować lepszą ekonomikę procesu w skali całej technologii, jednakże nie wierzę, że technologia ta została zoptymalizowana. W odniesieniu do badań przedstawianych w rozdziale „5.2.3. Deemulgacja emulsji” Doktorant zapomniał w podsumowaniu

rozdziału podać zbiorczo, jak to uczynił w poprzednim rozdziale, parametrów uznanych za „optymalne”.

6. Moje duże wątpliwości budzi Tabela 18 i towarzyszący jej Rysunek 42 (dodatkowo z nieprawidłowo przygotowaną legendą). Dlaczego, prowadząc badania dla różnych wartości pH, Doktorant otrzymuje w większości przypadków prawie całkowitą redukcję mętności, a dla dwóch przypadków redukcja wynosi 0%? Nie znajduję uzasadnienia dla takiego zjawiska, a Doktorant zdaje się tego nawet nie zauważać i przechodzi nad tymi wynikami do porządku dziennego, nie poświęcając temu ani jednego zdania komentarza. Bardzo proszę Doktoranta o komentarz i analizę tego zjawiska. Jeżeli jest to błąd pomiarowy (a zapewne tak jest), dlaczego Doktorant nie wyłapał tego błędu? Tu znów można powrócić do p. 1 moich uwag.
7. Rozdział „5.4 Technologie membranowe” ujawnia brak merytorycznego przygotowania Doktoranta do prowadzenia badań w zakresie procesów membranowych. Doktorant stwierdza, że „instalacja posiada również funkcję zawracania części strumienia koncentratu (...) w celu zwiększenia wydajności otrzymywanego permeatu”. Jest to stwierdzenie całkowicie niezgodne z fizyką. Zawracanie koncentratu (poprawnie: retentatu) powoduje wzrost stężenia substancji w nadawie, a tym samym obniżenie siły napędowej procesu (przy zachowaniu tych samych parametrów operacyjnych), a w konsekwencji obniżenie wydajności otrzymywanego permeatu, oczywiście jeżeli wydajność permeatu zdefiniujemy poprawnie jako strumień objętościowy. Okazuje się jednak, że Doktorant pod sformułowaniem „wydajność permeatu” rozumie ilość odzyskanego permeatu z objętości nadawy, a to jest zupełnie inny parametr. Analiza wyników uzyskanych w tym rozdziale jest również wykonana bardzo pobieżnie. Doktorant otrzymuje odmienne tendencje zmian wyników w zależności od zastosowanych modułów, otrzymuje w ramach badania jednego modułu niespodziewane minima i maksima – i to wszystko pozostawione jest bez analizy naukowej i jakiegokolwiek komentarza. Wyniki te są niewiarygodne i braku tej wiarygodności należy upatrywać w źle przeprowadzonym doświadczeniu. Nieprawidłowe w tych badaniach jest ustawienie przepływu retentatu na $0,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ (to jest $0,03 \text{ m}^3/\text{h}$). Stosując moduły o rozmiarach 4040 należy dla prawidłowej pracy modułu zapewnić przepływ zdecydowanie wyższy (przykładowo dla modułu BW30 PRO producent podaje wartość $0,5 - 1,4 \text{ m}^3/\text{h}$ – dla warunków w tej pracy doktorskiej powinno stosować się przepływy bliższe górnemu końca zakresu). W innym przypadku należy spodziewać się dużego wpływu zjawisk

przypowierzchniowych na membranie (polaryzacja stężeniowa, scalling). I to prawdopodobnie właśnie powoduje, że zanotowane przez Doktoranta wyniki nie mają większej wartości dla analizy procesu. Biorąc pod uwagę strumień recyrkulatu, który powiększa wartość przepływu wzdłuż membrany, można określić, że przepływ retentatu wzdłuż membrany wynosił maksymalnie 0,12 m³/h, co w dalszym ciągu jest wartością zbyt niską. Kolejnym błędem w prowadzeniu procesu membranowego jest niedotrzymanie przez Doktoranta warunków operacyjnych podanych przez producenta membran w odniesieniu do współczynnika odzysku permeatu (recovery) przy jednokrotnym przejściu nadawy przez moduł. Producent podaje, że maksymalny odzysk (dla warunków jak w recenzowanej pracy doktorskiej) nie powinien przekroczyć 15%. Doktorant nie podaje wartości parametrów, które umożliwiłyby policzenie rzeczywistej wartości odzysku. Jednakże wedle moich szacunków na podstawie danych katalogowych oraz parametrów wskazanych przez Doktoranta, można przypuszczać, że Doktorant pracował w warunkach, w których rzeczywisty odzysk był w zakresie 60-75%. To znacząco daleko od właściwych parametrów operacyjnych modułu. W konsekwencji Doktorant „przeciążał” membranę i uzyskiwał niewiarygodne wyniki.

Jako osiągnięcie swojej pracy Doktorant przedstawia uzyskanie znaczących oszczędności dla zakładu produkcyjnego. Sposób przedstawienia tej analizy nie jest w pełni zrozumiały, ale domyślać się można, że są to oszczędności (w zależności od wariantu) na poziomie 1 000 000 – 2 000 000 zł rocznie. To byłoby bardzo duże osiągnięcie dla partykularnego zakładu. Niemniej jednak pozostaje kwestia oceny, czy prace, które do tego doprowadziły, noszą cechy naukowości i mogą stanowić podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora.

Moim zadaniem jako recenzenta było przedstawienie opinii, czy rozprawa Pana mgr inż. Rafała Wala spełnia warunki określone w art. 187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. Ustawa ta stawia 4 warunki (2 merytoryczne, które poniżej przeanalizuję w odniesieniu do recenzowanej rozprawy oraz 2 formalne, które są spełnione).

1. *Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.*

Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę kandydata w dyscyplinie inżynieria chemiczna. Wiedza ta nie jest pogłębiona oraz cechuje się małą krytycznością, ale warunek ustawowy spełnia.

2. *Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.*

Doktorant zaprezentował oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Problem został zdefiniowany mało dokładnie, metodyka badawcza zawiera liczne błędy, podobnie jak wnioskowanie. Natomiast problem został w pewien sposób rozwiązany, zatem warunek ustawowy został spełniony.

Analizując powyższe, mimo krytycznych, a czasem bardzo krytycznych, uwag merytorycznych stwierdzam, że recenzowana **praca spełnia (w stopniu minimalnym)** warunki zawarte w art. 187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. **Składam zatem wniosek** do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej **o dopuszczenie pracy do dalszych etapów postępowania doktorskiego.**

Jednocześnie liczę na bardzo szczegółowe odniesienie się przez Doktoranta do moich uwag podczas publicznej obrony. Od przebiegu obrony uzależniam ostateczne poparcie przeze mnie wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora panu mgr inż. Rafałowi Walowi.