

Wrocław, 20.05.2023 r.

dr hab. inż. Izabela Polowczyk, profesor uczelni
Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów
Polimerowych i Węglowych
Wydział Chemiczny
Politechnika Wrocławska

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Agaty Wiertel-Pochopień

Recenzowana rozprawa doktorska pt.: „Wpływ dynamicznej warstwy adsorpcyjnej na stabilność filmów zwilżających w jedno- i dwuskładnikowych roztworach substancji powierzchniowo-aktywnych” została wykonana w renomowanym i wiodącym ośrodku badawczym, specjalizującym się między innymi w badaniach zjawisk powierzchniowych, jakim jest Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Praca została wykonana pod opieką dr hab. Jana Zawały, prof. IKiFP.

Badania nad wpływem dynamicznej warstwy adsorpcyjnej na trwałość cienkiego filmu cieczy pomiędzy pęcherzykiem powietrza a powierzchnią kwarcu lub miki w obecności związków powierzchniowo czynnych wydają się interesujące z punktu widzenia rozważań teoretycznych i mogą prowadzić do wniosków mających potencjał dla zastosowań praktycznych, na przykład w przeróbce minerałów. Z tego względu uważam wybór tematu pracy doktorskiej jako w pełni uzasadniony.

Rozprawa doktorska mgr inż. Agaty Wiertel-Pochopień została napisana w języku polskim i stanowi zbiór pięciu publikacji naukowych, które zostały opublikowane w czasopismach z listy JCR w latach 2017-2021. Prace ukazały się w następujących czasopismach: *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, *Chemical Engineering and Technology*, *Minerals Engineering* oraz *Journal of Physical Chemistry B*. Sumaryczny współczynnik oddziaływania IF tych prac wynosi 14.4. Są to publikacje wieloautorskie; po jednej od pięciu do trzech autorów i dwie prace dwuautorskie (jedynie z Promotorem). W czterech pracach Doktorantka jest pierwszym autorem, w jednej jest autorem korespondencyjnym wspólnie z Promotorem. Zgodnie z deklaracją pani mgr inż. Agaty Wiertel-Pochopień, jej udział w powstanie tych publikacji jest wiodący. W oświadczeniach Doktorantki, nie ma wprowadzić podanego procentowego udziału, ale wyraźnie jest określony jej wkład w powstanie każdej z publikacji zawartej w rozprawie. Deklarowany udział Doktorantki polegał na przeprowadzeniu części lub całości badań eksperymentalnych, udziale w analizie i interpretacji otrzymanych wyników, a także na wykonaniu całości obliczeń lub ich współwykonaniu. W czterech pracach Doktorantka współtworzyła koncepcję badań. W wymienionych pracach uczestniczyła również aktywnie w pisaniu i edycji manuskryptu lub jego współredagowaniu.

Jak wcześniej wspomniano, przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest kompilacją pięciu opublikowanych i powiązanych tematycznie publikacji naukowych. Razem z bibliografią zawierała się na 76 stronach. Dodatkowo Doktorantka załączyła do pracy pełne teksty publikacji będących podstawą rozprawy doktorskiej. Oświadczenia Doktorantki i współautorów, co do ich roli w powstawaniu publikacji z cyklu, zostały dostarczone jako osobny plik. Na pierwszych stronach pracy doktorskiej można znaleźć streszczenie w języku polskim i angielskim. A dalej listę publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. W celu ułatwienia czytelnikowi orientacji w dość licznych skrótach i symbolach użytych w opracowaniu, Autorka zamieściła ich wykaz. Szkoda, że nie dodała również jednostek przy symbolach.

W części zatytułowanej „Komentarz do rozprawy doktorskiej”, moim zdaniem nazwanej dość niefortunnie i której można było nie wydzielać bez uszczerbku dla struktury pracy, Doktorantka zawarła właściwą część opracowania. W rozdziale „Wstęp” została krótko scharakteryzowana dynamiczna

warstwa adsorpcyjna (DAL) oraz zaprezentowane dotychczasowe osiągnięcia w badaniach nad udowodnieniem istnienia takiego rodzaju pokrycia powierzchni pęcherzyka gazu w trakcie jego unoszenia w roztworze substancji powierzchniowo aktywnej. Doktorantka opisała również tzw. efekt synergistyczny, czyli wzmocnienia działania substancji aktywnych powierzchniowo w roztworach mieszanych. Następnie został przedstawiony cel pracy i zakres badań. Jako uzasadnienie wyboru tematu i konieczności podjęcia badań Doktorantka wskazuje brak w literaturze badań wiążących stan dynamicznej warstwy adsorpcyjnej na powierzchni wznoszącego się pęcherzyka gazu z kinetyką jego przyczepiania do powierzchni kwarcu. Opisane do tej pory badania dotyczyły jedynie powierzchni miki i układów z pojedynczym związkiem powierzchniowo czynnym, nie wyjaśniały mechanizmu pękania ciekłego filmu i nie uwzględniały hydrofobizacji powierzchni mineralnej wraz ze wzrostem stężenia związku powierzchniowo czynnego. Z tego powodu, jako główny cel rozprawy doktorskiej postawiono określenie wpływu DAL utworzonej na powierzchni pęcherzyka powietrza wznoszącego się w roztworze jednej bądź dwóch substancji powierzchniowo czynnych na kinetykę tworzenia kontaktu trójfazowego (TPC), z uwzględnieniem zmieniającej się hydrofobowości powierzchni minerału (kwarcu lub miki). Dodatkowo za cel postawiono sobie znalezienie korelacji pomiędzy kinetyką tworzenia TPC a uzyskiem flotacyjnym kwarcu w jedno- i dwuskładnikowych roztworach SPA. W celu kontroli pokrycia adsorpcyjnego pęcherzyka powietrza po raz pierwszy zastosowano w badaniach specjalnie skonstruowaną pułapkę, co umożliwiło określenie wpływu pokrycia na kinetykę tworzenia DAL oraz trwałość cienkiego filmu cieczy. Jako ostatni cel postanowiono wyjaśnić mechanizm efektów synergistycznych w układzie bromek alkilotrimetyloamoniowy-n-oktanol.

W kolejnym rozdziale pracy doktorskiej Doktorantka pokrótce przedstawiła metodologię przeprowadzonych badań. Omówiła eksperymenty generowania w kolumnie pojedynczego pęcherzyka, jego ewentualnego przetrzymywania w pułapce oraz rejestrowania i analizy obrazowej jego interakcji z badaną powierzchnią ciała stałego. Następnie opisała metodykę wyznaczania właściwości powierzchniowych badanych minerałów (kąta zwilżania) i roztworów stosowanych surfaktantów kationowych C_n TAB i n-oktanolu (równowagowe i dynamiczne napięcie powierzchniowe). Roztwory substancji powierzchniowo czynnych badano również pod kątem właściwości piennych oraz stabilności wytworzonej piany. Opisano również testy flotacyjne, które prowadzono w maszynie flotacyjnej. Brakuje natomiast opisu flotacji w kolumnie ze spiekami, chociaż na rysunku 7 podano jej schemat. Ostatni podrozdział zawiera metodologię obliczania równowagowych i dynamicznych pokryć adsorpcyjnych.

Na kolejnych stronach opracowania Doktorantka przedstawiła i omówiła po kolei każdą z publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wybierając najważniejsze wyniki, które uzyskano w danej publikacji. Akurat taki sposób przedstawienia wyników przeprowadzonych badań i najważniejszych osiągnięć uważam za trochę mało przydatny dla czytelnika. Wprowadzić wybrane do cyklu publikacje tworzą w miarę przemyślaną i spójną całość, ale wydawałoby się zasadne omawianie materiału zawartego w tych pięciu publikacjach z punktu widzenia realizacji podstawowego celu rozprawy doktorskiej.

Umieszczona na końcu bibliografia wykorzystana w pracy to 66 starannie dobranych pozycji literaturowych, publikacji dotyczących zagadnień badania stabilności cienkiego filmu, a także właściwości roztworów mieszanych surfaktantów, ich właściwości piennych, adsorpcji surfaktantów na granicach faz, czy wreszcie flotacji. Oczywiście są to publikacje wykorzystane jedynie w przewodniku po publikacjach z cyklu, ale pamiętajmy, że każda z opisanych publikacji ma swoją bibliografię. Dobór pozycji literaturowych oraz sam przegląd literatury, jaki został przedstawiony w opracowaniu, świadczą o wysokim poziomie wiedzy i umiejętności Doktorantki z zakresu omawianych zagadnień.

W pracy zamieszczono także informacje o dorobku naukowym Doktorantki z wykazem jej publikacji, komunikatów ustnych oraz posterów na konferencjach naukowych. Dalej można znaleźć listę projektów, w których Doktorantka brała udział, a także informacje o odbytych stażach badawczych

Oceniając całościowy dorobek naukowy pani mgr inż. Agaty Wiertel-Pochopień mogę stwierdzić, że jest on znaczny jak na tak młodego naukowca. Oprócz 5 publikacji naukowych, które Doktorantka wybrała do cyklu, jest ona również współautorką 5 innych artykułów naukowych w czasopiśmie naukowych (*Minerals, Materials, Industrial and Engineering Chemistry Research, Minerals Engineering, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* oraz *Physicochemical Problems of Mineral Processing*). Indeks Hirscha doktorantki wg bazy Scopus wynosi 7 na dzień przygotowania recenzji, z łączną liczbą 111 cytowań. Pani mgr inż. Agata Wiertel-Pochopień do tej pory zaprezentowała wyniki swoich badań w formie 8 wystąpień ustnych, a także była autorką i współautorką 15 posterów na konferencjach międzynarodowych i ogólnopolskich. Jedno wystąpienie zostało nagrodzone jako najlepsze wystąpienie ustne. Brała również czynny udział w kilku konferencjach przeznaczonych dla młodych naukowców, takich jak 15th i 17th *European Student Colloids Conference*, XIth and XIIIth *Summer School for Graduate Students and Young Researchers 'Interfacial Phenomena in Theory and Practice'*. Doktorantka uczestniczyła w trzech projektach badawczych finansowanych z NCN jako wykonawca (Sonata, Sonata-bis i OPUS) oraz realizowała projekt Preludium.

W trakcie studiów doktoranckich w ramach programu Erasmus+ Doktorantka odbyła dwumiesięczny naukowy staż zagraniczny w NTNU (Trondheim), a także miesięczny staż w ramach programu PROM NAWA w Instytucie Chemii i Technologii Materiałów Skondensowanych dla Energetyki w Genui oraz krótkoterminowe staże badawcze (łącznie 3 tygodnie) w Instytucie Podstaw Procesów Chemicznych Czeskiej Akademii Nauk w Pradze.

Kompleksowe badania, które Autorka przeprowadziła w ramach pracy doktorskiej, obejmujące zarówno badania w układach dwufazowych gaz-ciecz, jak i w układach trójfazowych ciało stałe-gaz-ciecz, pozwoliły na sformułowanie kilku ważnych wniosków dotyczących wpływu pokrycia adsorpcyjnego surfaktantem kationowym C_nTAB pęcherzyka gazu i powierzchni ciała stałego na stabilność cienkiego filmu cieczy i tworzenie kontaktu trójfazowego. Po pierwsze dowiedziono, że czas adsorpcji surfaktantu kationowego z roztworu, zarówno na powierzchni pęcherzyka, jak i na powierzchni ciała stałego, wpływa na czas tworzenia kontaktu trójfazowego, a także na mechanizm pękania cienkiego filmu, który do pewnego stężenia surfaktantu następuje w wyniku oddziaływań elektrostatycznych, a po przekroczeniu tego stężenia, przechodzi się w nukleacyjny. Dodatkowo, można kontrolować pokrycie adsorpcyjne na powierzchni pęcherzyka wydłużając jego przetrzymywanie w roztworze surfaktantu, co pozwala na osiągnięcie podobnych wartości stopnia pokrycia adsorpcyjnego nawet dla różnych stężeń roztworowych surfaktantu kationowego, co dla odpowiednio małych stężeń pozwala otrzymać zbliżoną stabilność cienkiego filmu. Po drugie udowodniono, że utworzenie dynamicznej warstwy adsorpcyjnej w wyniku unoszenia się pęcherzyka w roztworze na wystarczającej wysokości, w zależności od obszaru obowiązującego mechanizmu pękania cienkiego filmu, wyznaczonego pewnym granicznym stężeniem surfaktantu, może dawać efekty w postaci skrócenia lub wydłużenia czasu tworzenia TPC i szybkości zwiększania się perymetru. Z kolei badania wpływu dodatku n-oktanolu na właściwości układu dwu- i trójfazowego pozwoliły na zidentyfikowanie pewnego krytycznego stężenia synergistycznego (CSC), powyżej którego wzmocnienie wybranego efektu (np. pienności lub flotowalności) obecnością innej substancji zanika lub przechodzi w zależność odwrotną. Zaproponowano również mechanizm odpowiedzialny za synergię C_nTAB z n-oktanołem, zarówno w układzie dwu-, jak i trójfazowym, a mechanizmy te są odmienne, stąd różnice w CSC określonym z badań flotacyjnych, które jest dużo mniejsze niż to uzyskane z pomiarów równowagowego i dynamicznego napięcia powierzchniowego, czy też wysokości wytworzonej piany. Parametr CSC, jak wskazuje Doktorantka, może być pomocny na przykład w doborze stężeń odczynników flotacyjnych i optymalizacji uzysku flotacyjnego.

W mojej opinii wnioski, do których Doktorantka doszła w trakcie realizacji pracy doktorskiej, są ważne i mają znaczenie zarówno w nauce, jak i potencjalne w praktyce przemysłowej. Po analizie zarówno autoreferatu, jak i publikacji wybranych do cyklu, uważam, że najważniejszym osiągnięciem naukowym rozprawy doktorskiej pani mgr inż. Agaty Wiertel-Pochopień jest zaproponowanie uproszczonego

modelu doboru mieszanin dwu- lub wieloskładnikowych surfaktantów do szybkiej selekcji właściwych substancji aktywnych powierzchniowo do dalszych badań flotacyjnych.

Autor pracy doktorskiej musi umiejętnie sformułować problem badawczy, odpowiednio dobrać materiał badawczy i skorzystać z właściwych metod rozwiązania tego problemu. Pragnę jednoznacznie podkreślić, że pani mgr inż. Agata Wiertel-Pochopień w trakcie realizowania pracy doktorskiej opanowała nowoczesne i wymagające narzędzia badawcze. Wybrane techniki były trafne i pozwoliły na osiągnięcie celów pracy. Doktorantka doskonale opanowała również trudne zadanie poprawnej interpretacji uzyskanych wyników badań. Jest dla mnie oczywiste, że w tak renomowanym ośrodku, jakim jest Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, powstała rozprawa, w którym z użyciem różnorodnych i zaawansowanych technik badawczych zostało dogłębnie przeanalizowane zagadnienie dynamicznej warstwy adsorpcyjnej i jej wpływu na stabilność cienkiego filmu pomiędzy pęcherzykiem powietrza i powierzchnią ciała stałego. Kierunek badań i wybór układu badawczego zostały nadane dzięki zainteresowaniom badawczym i doświadczeniu promotora dr hab. Jana Zawaty, prof. IKiFP, wychowanka szkoły fizykochemii pianotwórczości profesora Kazimierza Małysy.

Badania nad wpływem dynamicznej warstwy adsorpcyjnej na trwałość cienkiego filmu cieczy w obecności związków powierzchniowo czynnych wydają się interesujące z punktu widzenia rozważań teoretycznych i mogą prowadzić do wniosków mających potencjał dla zastosowań praktycznych, na przykład w przeróbce minerałów. Z tego względu uważam wybór tematu pracy doktorskiej jako w pełni uzasadniony.

Praca doktorska została starannie przygotowana pod względem edytorskim, jednak Autorka nie uniknęła pewnych pomyłek. Są to drobne usterki, które nie wpływają na mój pozytywny odbiór pracy. Z obowiązku recenzenta poniżej podaję kilka z nich:

- Ze strony tytułowej pracy można odnieść wrażenie, że jej autorem jest dr hab. Jan Zawata, prof. IKiFP;
- Wyrażenie "powierzchniowo-aktywny" powinno być pisane bez łącznika. Poprawna forma zapisu to "powierzchniowoaktywny" lub "powierzchniowo aktywny";
- Str. 6, „orz” zamiast oraz;
- Trochę niezgrabne wyrażenie: str. 7: „...o wiele większy wzrost stężenia powierzchniowego cząsteczkami kationowego surfaktantu na granicy gaz/ciecz...” oraz str. 19: „...dążącego do przywrócenia równomiernego pokrycie cząsteczek substancji powierzchniowo-aktywnej na granicy gaz/ciecz...”;
- Str. 22, zbędny przecinek „kiedy DAL istnieje, lub kiedy nie została jeszcze w pełni wyindukowana”;
- Str. 28, Doktorantka nazywa metodę „*sessile drop*” wyznaczania kąta zwilżania jako „technika posadzonej kropli”. Najczęściej używa się tłumaczenia „metoda siedzącej kropli”.
- Brakuje opisu testu flotacyjnego w kolumnie, jest tylko z wykorzystaniem maszynki flotacyjnej, a na rysunku 7 pokazano schemat ideowy flotacji w kolumnie a nie w maszynie flotacyjnej, jak twierdzi Autorka (str. 31);
- Str. 31, użyto zwrotu „zostały przedstawione na poniższych równaniach”;
- Str. 54, użyto zwrotu „biwarstwa” na określenie dwuwarstwy adsorpcyjnej.

Pewne pytania i wątpliwości nasunęły mi się w trakcie zapoznawania się z treścią rozprawy doktorskiej. Poniższe uwagi mają charakter dyskusyjny i nie podważają wartości merytorycznej przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej. Wynikają bardziej z ciekawości naukowej, którą we mnie wzbudziły przedstawione wyniki badań lub pewnych wątpliwości dotyczących sposobu ich interpretacji w przewodniku czy publikacjach z cyklu lub po prostu pewnych stwierdzeń. Prosiłabym oczywiście, aby Doktorantka odniosła się do moich uwag podczas publicznej obrony rozprawy.

- W streszczeniu Doktorantka pisze: „Tematyka niniejszej rozprawy doktorskiej dotyczyła określenia wpływu dynamicznej warstwy adsorpcyjnej utworzonej na powierzchni pęcherzyka powietrza unoszącego się w jedno- i dwuskładnikowych roztworach substancji powierzchniowo-aktywnych o różnym ładunku grupy hydrofilowej na stabilność filmów zwilżających”. Czy chodzi o rozróżnienie związków niejonowych i kationowych?
- Na stronie 5 napisano: „...wykonano pomiary kątów zwilżania w roztworach wybranych kationowych substancji powierzchniowo-aktywnych oraz niejonowego n-oktanolu metodą siedzącej kropli...”, a zatem chyba chodzi o pomiar kątów zwilżania roztworami a nie w roztworach.
- Na jakiej podstawie wybrano odległość 150 mm do przebycia dla pęcherzyka w roztworze surfaktantu jako wystarczającą do utworzenia struktury dynamicznej warstwy adsorpcyjnej na jego powierzchni? W odniesieniu do artykułu III, jeśli zastosować odległość 50, 75 lub 100 mm, to czy zmiana t_{TPC} będzie miała podobny charakter do przebiegu dla 25 i 3 mm (równoległe do nich), czy raczej do 150 mm?
- Czy Doktorantka sprawdziła, że związek, którym była modyfikowana pułapka na pęcherzyk (PDADMAC) nie desorbuje się w trakcie pomiarów i nie zmienia prędkości pęcherzyka z czasem?
- Czy dla kwarcu i miki w wodzie dejonizowanej powstawał kontakt trójfazowy? W artykule I napisano, że nie, ale w artykule III porównywane jest wyciekanie filmu na małej odległości ruchu pęcherzyka w obecności CTAB, że jest wolniejsze niż dla „czystego układu”, czyli rozumiem, że dla wody dejonizowanej.
- Czy Doktorantka wyznaczała izotermy adsorpcji bromków alkyltrimetyloamoniowych na powierzchni kwarcu lub miki?
- Doktorantka stwierdza, że: „...aby doszło do utworzenia kontaktu trójfazowego, powierzchnia gaz/ciecz musi posiadać minimalne pokrycie adsorpcyjne, konieczne do zmiany jej ładunku z ujemnego na dodatni.” W jaki sposób upewniano się, że do zmiany ładunku pęcherzyka doszło?
- Na stronie 22 Doktorantka pisze: „... dzięki zastosowaniu wnikliwej analizy, angażującej zarówno obserwacje eksperymentalne, jak i zastosowanie algorytmów analizy obrazu, udało się za jej pomocą otrzymać nowe, nieopublikowane wcześniej wyniki o wysokiej wartości naukowej, które stały się podstawą artykułów naukowych składających się na cykl tworzący przedkładaną rozprawę doktorską.” Jest oczywistym, że dopiero uzyskiwane wyniki nie mogą być opublikowane.
- Co miała na myśli Autorka w stwierdzeniu o zaproponowaniu „stopniowej zmiany mechanizmu wyciekania utworzonego ciekłego filmu” (str. 24);
- Jeśli zgodnie z definicją podaną przez Autorkę, DAL jest rodzajem pokrycia powierzchni, które istnieje podczas ruchu pęcherzyka w warunkach stacjonarnych, to czy w podpisie pod rysunkiem 20 nie powinno być, że jest to schematyczne przedstawienie stanu warstwy adsorpcyjnej a nie stanu dynamicznej warstwy adsorpcyjnej? Proszę o doprecyzowanie, jakiego zakresu stężeń CTAB dotyczy ilustracja, bo nie jest to powiedziane wyraźnie w artykule. Sądząc po opisie do rysunku, chodzi o stężenia powyżej $1 \times 10^{-6} M$, a więc dotyczą mechanizmu nukleacyjnego zrywania filmu. Jeśli tak, to dlaczego nie przedstawiono cząsteczek CTAB zaadsorbowanych na powierzchni kwarcu? Proszę o zweryfikowanie schematu i dokładniejsze wyjaśnienie mechanizmu pękania cienkiego filmu w tych warunkach.
- W publikacji I graniczne stężenie CTAB określono jako $2 \times 10^{-6} M$, a w publikacji V to $1 \times 10^{-6} M$, co się stało, że Autorzy zmienili zdanie w tej kwestii?
- Str. 64, napisano: „Wartości CSC określone z procesu flotacji są znacznie mniejsze niż dla układu dwufazowego, gdzie występuje tylko granica gaz/ciecz. Niemniej jednak krzywe dla układów dwu- i trójfazowych wykazują dokładnie taki sam trend, co może być bezpośrednim dowodem na addytywny charakter synergizmu, który w układzie trójfazowym jest spowodowany efektem synergistycznym zachodzącym na obu współistniejących granicach faz (gaz/ciecz oraz ciecz/ciało stałe)” (podobnie w publikacji V). Co Doktorantka rozumie pod

pojęciem „addytywny charakter synergii”? A w tym aspekcie proszę również o dokładniejsze wyjaśnienie niższych wartości CSC w układzie trójfazowym w porównaniu z dwufazowym.

- Na rysunku 30 (str. 63) przedstawiono zmiany wartości różnicy napięcia powierzchniowego w stosunku do wody dejonizowanej w zależności od stężenia surfaktantu. Czy można przypuszczać, że dla innego stężenia n-oktanolu lub innego alkoholu będą inne wartości CSC? Jakiej korelacji należy się spodziewać skoro dla $C_{12}TAB$ maleje ono wraz z długością łańcucha.
- Czy można wyciągnąć bardziej ogólne wnioski (na inne grupy surfaktantów lub minerałów) dotyczące granicznego stężenia surfaktantu, przy którym następuje zmiana mechanizmu zrywania cienkiego filmu? Może raczej należy brać pod uwagę kąt zwilżania powierzchni ciała stałego?
- Na ile wcześniejsze prace grupy prof. Małysy, które dotyczyły podobnych układów, były dla Pani inspiracją do podjęcia kolejnych badań?
- Nawet zakrojone na tak dużą skalę badania, które Doktorantka przeprowadziła realizując pracę doktorską, nie wyczerpują tematu wpływu dynamicznej warstwy adsorpcyjnej na stabilność cienkich filmów cieczy. Jakie perspektywy na przyszłe badania związane z tym tematem mogłaby Doktorantka nakreślić?

Uwagi i komentarze, które przedstawiłam powyżej, mają charakter dyskusyjny i nie mają na celu podważenia wartości merytorycznej pracy doktorskiej, ani nie kwestionują mojej pozytywnej opinii o niej. Jestem zdania, że Doktorantka z powodzeniem zrealizowała założone cele, a uzyskane wyniki stanowią istotny wkład w poszerzenie wiedzy na temat stabilności cienkich filmów cieczowych i tworzenia kontaktu trójfazowego. W moim mniemaniu, oceniana rozprawa doktorska zawiera rozwiązania interesującego i istotnego problemu naukowego, spełniając tym samym podstawowe wymagania stawiane w postępowaniach o nadanie stopnia doktora.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa mgr inż. Agaty Wiertel-Pochopień spełnia warunki stawiane pracom doktorskim w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (t.j. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 z późn. zm.) i niniejszym wnoszę o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów procedury ubiegania się o stopień naukowy doktora.

Katarzyna Polowczyk