Warszawa, dn. 24.08.2020 r.

dr hab. inż. M. Jasińska, prof. uczelni
Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej
Politechniki Warszawskiej

RECENZJA

Dorobku naukowego oraz rozprawy habilitacyjnej dr inż. Janusza Dziaka pt. „Zastosowanie układu strumienica-mikrofiltr do usuwania zanieczyszczeń z cieczy"
w związku z prowadzonym postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna

Podstawa opracowania recenzji

Opinię opracowałam na wniosek Rady Doskonałości Naukowej, która na posiedzeniu w dniu 23 kwietnia 2020 r. powołała mnie na recenzenta komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego Panu dr inż. Januszowi Dziakowi w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna wszczętego w dniu 2 grudnia 2019 r.

Ocenę dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Janusza Dziaka przygotowałam stosując kryteria oceny ujęte w ustawie z dn. 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki.

1. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Janusz Dziak odbył studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej, które ukończył w 1983 r. uzyskując dyplom magistra inżynieria na kierunku Inżynieria Chemiczna i Procesowa. Tytuł pracy magisterskiej to *„Określanie powierzchni międzyfazowej i oporu dyfuzyjnego po stronie fazy gazowej w mechanicznym wymienniku cienkowarstewkowym"*, a promotorem pracy był doc. dr hab. inż. Adam Skoczylas. Praca ta została wyróżniona. Po ukończeniu studiów mgr inż. J. Dziak odbył roczne szkolenie wojskowe w Wyższej Szkole Oficerskiej Wojsk Chemicznych (1983 r.) oraz praktykę w Wyższej Szkole Wojsk Inżynieryjnych we Wrocławiu. W latach 1984-1992 był zatrudniony na stanowisku asystenta w Instytucie Inżynierii Chemicznej i Urządzeń Cieplnych Politechniki Wrocławskiej, a w latach 1992-1998 został zatrudniony jako specjalista chemik na Wydziale Chemicznym PWr. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna uzyskał na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej w 1997 r. Promotorem rozprawy doktorskiej zatytułowanej *„Wnikanie ciepła i masy przy wrzeniu układów dwuskładnikowych w pionowej wyparce cienkowarstwkowej"* był również prof. dr hab. inż. Adam Skoczylas. W tym samym roku (1997 r.) dr inż. J. Dziak został mianowany na stopień porucznika, natomiast w kolejnym (1998 r.) uzyskał zatrudnienie na stanowisku adiunkta na Wydziale Chemicznym PWr, gdzie pracuje do dziś dnia, od roku 2007 na stanowisku starszego wykładowcy.

W latach 1989-1990 r. dr inż. Janusz Dziak odbył 9-miesięczny staż w Biurze Projektowym Zakładów Chemicznych „Rokita" oraz jeden roczny (długoterminowy) staż naukowy za granicą w Queen's University w Kingston (Ontario, Kanada), na Wydziale Chemicznym, w pracowni mikrofal i fal radiowych, w zespole Prof. J. Wana. Prócz tego dr inż. J. Dziak może pochwalić się ukończeniem 1987 r. studiów podyplomowych pedagogiki na PWr oraz w 1992 r. studiów podyplomowych w Polsko-Amerykańskiej Szkole Biznesu, organizowanej przez Politechnikę Wrocławską oraz Central Connecticut State Univiersity (New Britain, USA).

Jak widać działalność zawodowa Kandydata jest bardzo wszechstronna. Jego krótka sylwetka przedstawiona powyżej, nie pozostawia wątpliwości, że jest to pracownik o bardzo wysokich kwalifikacjach i dużym doświadczeniu zawodowym.

2. Działalność naukowa

Działalność naukowa dr inż. Janusza Dziaka koncentruje się głównie wokół typowych zagadnień inżynierii chemicznej i procesowej jakimi są problemy wymiany masy i ciepła, hydrodynamika przepływów oraz procesy i problemy separacyjne (rozdzielanie mieszanin ciekłych). Zainteresowania

Habilitanta tą tematyką badawczą wywodzą się z okresu wykonywanej przez Niego pracy doktorskiej oraz były intensywnie kontynuowane po doktoracie. Problematyce tej poświęcona jest też zdecydowana większość Jego publikacji oraz wystąpień na konferencjach naukowych.

Początkowo, przed doktoratem, były to prace dotyczące głównie warunków wymiany ciepła podczas cienkowarstewkowego odparowania cieczy. Wyniki tych badań, głównie wyznaczone wartości współczynników wnikania ciepła, okazały się pomocne przy projektowaniu mechanicznych wyparek cienkowarstewkowych w dużej skali, oraz przy doborze optymalnych parametrów procesowych pracy takich urządzeń. Wczesne badania o charakterze naukowym (przed doktoratem) koncentrowały się również na wyznaczaniu współczynników wnikania masy w cieczy (oraz ich wzajemnego powiązania ze współczynnikami wnikania ciepła), w zależności od warunków procesowych, co umożliwiło w konsekwencji ustalenie optymalnych warunków pracy podczas procesu destylacji cienkowarstewkowej. Przedstawiona wyżej tematyka, była przedmiotem Jego doktoratu i wyznaczyła jednocześnie kierunek dalszego rozwoju naukowego, który kontynuował po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, koncentrując się głównie na badaniach procesów transportowych podczas cienkowarstwowego odparowywania roztworów cieczy o podwyższonej lepkości. W tym czasie destylacja cieczy o podwyższonej lepkości była słabo poznana, a ciecze takie są często spotykane w praktyce przemysłowej; znowu aspekty naukowych prac badawczych Habilitanta były ściśle związane z projektami o charakterze przemysłowym, co oceniam bardzo pozytywnie.

Oprócz głównych kierunków badań związanych z odparowaniem cienkowarstewkowym w wyparce statycznej oraz w wyparce z mechanicznym rozcieraniem cieczy, Habilitant zainteresował się też aspektami naukowymi spoza głównego nurtu inżynierii chemicznej; na szczególną uwagę zasługują Jego zainteresowania dotyczące procesu wybielania pulpy papierowej z wykorzystaniem alternatywnych form przenoszenia energii (mikrofale i fale radiowe); tematyką tą zajmował się głównie podczas rocznego stażu, który odbył w Kanadzie, a czego efektem są 3 publikacje (w tym 2 z listy JCR).

Kolejnym tematem pracy badawczej Habilitanta były prace nad odsalaniem surowej ropy naftowej, które początkowo wykonywał w zespole prof. Kołtuniewicza, a później już samodzielnie realizując projekt na zlecenie PGNiG, a później projekt dofinansowywany w latach 2008-2011 przez NCBiR; prace te stały się tematyką Jego habilitacji oraz stały się podstawą do złożenia wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Z nowszych prac warto wymienić prace dotyczące modelowania CFD oraz prace dotyczące badań hydrodynamiki z wykorzystaniem metod PIV. Na szczególną uwagę zasługują również wyniki badań dotyczące wykorzystania mikrofal i fal radiowych do intensyfikacji procesów, a także analizę procesu powlekania na sucho oraz udane próby intensyfikacji mieszania i wymiany ciepła z wykorzystaniem turbulizatorów; niestety prace nad modelowaniem CFD koncentrują się głównie na modelowaniu hydrodynamiki przepływów jednofazowych. Pewne próby modelowania przepływów 2-fazowych przedstawiono w ramach osiągnięcia.

W trakcie swojej działalności dr inż J. Dziak brał udział w kilku projektach, gdzie pełnił rolę zarówno wykonawcy, jak i kierownika. I tak przed doktoratem był wykonawcą projektu badawczo-rozwojowego CPBR 3.14.280 (finansowanego przez KBN) pt. *„Opracowanie procesu i konstrukcji wyparko-suszarek rotacyjnych do technologii otrzymywania substancji proszkowych"*. Po doktoracie był natomiast kierownikiem dwóch projektów: 1) Projekt rozwojowy nr IVR-0018-04/2008 (finansowany w latach 2008-2011 przez NCBiR) pt. *„Odsalanie surowej ropy naftowej z wykorzystaniem układu hybrydowego strumienicowo-membranowego"*; 2) Projekt w ramach programu Bon na Innowację pt. *„Wykonanie specjalistycznych badań przedwdrożeniowych oraz opracowanie przydatności technologii regeneracji glikolu metodami mikrofalowymi w układzie ciągłym"*, wykonywany w 2015 roku. Po doktoracie był również wykonawcą projektu badawczego Nr 3 T09C 022 29 (finansowanego w latach 2005-2008 ze środków na naukę) pt. *„Badania równoczesnego transportu ciepła i masy w procesie cienkowarstewkowego odparowywania roztworów o podwyższonej lepkości"*.

Jeśli chodzi o oryginalne osiągniecia projektowe, habilitant może pochwalić się wdrożeniem (budowa instalacji PGNiG w miejscowości Kije) oraz zgłoszeniem patentowym nr P 415422 z dnia 21.12.2015 pt. *„Wyparka cienkowarstewkowa statyczna oraz ścianka wyparna wyparki*

cienkowarstewkowej statycznej". Brak natomiast udzielonych patentów, wynalazków lub wzorów użytkowych i przemysłowych.

Podsumowując zatem ogólną działalność dr inż. Janusza Dziaka mogę stwierdzić, że jest to działalność bardzo wszechstronna i Habilitant może pochwalić się szeroką tematyką naukowo-badawczą, również z silnymi aspektami praktycznymi; Jego dorobek wspierający jest obszerny, choć wyniki prac badawczych opublikowane są w większości w Inżynierii i Aparaturze Chemicznej.

Całkowity opublikowany dorobek naukowy dr inż. Janusza Dziaka to: 1 monografia, 8 publikacji opublikowanych w czasopismach z listy JCR, w tym 7 po doktoracie, 26 publikacji spoza bazy JCR, w tym 23 po doktoracie. Ponadto dr inż. J. Dziak wygłosił 3 referaty, w tym 2 po doktoracie na konferencjach krajowych. Nie są to imponujące wyniki, jednak na podkreślenie zasługuje fakt, że był czynnym uczestnikiem 29 konferencji (w tym 20 krajowych i 9 międzynarodowych). Ponadto jest autorem 61 raportów z prac badawczych, w tym 47 przed doktoratem oraz 14 po doktoracie. W przeważającej większości są to raporty wewnętrzne Instytutu Inżynierii Chemicznej Politechniki Wrocławskiej. Fakt czynnego uczestnictwa w tak wielu konferencjach oraz opracowania raportów z prac badawczych potwierdza, że jest zdolny do konfrontacji swoich dokonań ze środowiskiem naukowym, co jest szczególnie ważne z punktu widzenia przyszłego samodzielnego pracownika naukowego.

Podsumowując krótko ogólny dorobek naukowy dr inż. Janusza Dziaka można przedstawić najważniejsze wskaźniki, które ten dorobek charakteryzują. Sumaryczny Impact Factor pełnego dorobku publikacyjnego Habilitanta wg listy Journal Citation Report (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi IF = 3.209. W bazie Web of Science odnotowano 18 cytowań prac Habilitanta, w tym 17 po doktoracie, przy czym 15 bez autocytowań, co powoduje, że indeks Hirscha Jego publikacji według bazy Web of Science wynosi H = 3. W mojej ocenie nie są to wskaźniki świadczące o bardzo wysokiej aktywności naukowej, niemniej w zupełności wystarczające do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Wyrazem tego, oprócz prac opublikowanych w czasopismach z bazy Journal Citation Raports (JCR), jest również wysoki aspekt praktyczny Jego działalności. Wykonywał liczne projekty na zlecenie przemysłu, początkowo w grupie Prof. Skoczylasa, później już samodzielnie. Wśród najważniejszych można wymienić prace i projekty na zlecenie Zakładów Chemicznych „Organika Zachem" w Bydgoszczy, Instytutu Energii Atomowej w Świerku, firmy Dabster Sp. z. o. o z Krakowa oraz firmy Plazmatronika NT Sp. z.o.o. z Wrocławia. Były to głównie prace dotyczące procesu destylacji próżniowej poliestrów, ale także projekt instalacji przerobu ścieków promieniotwórczych do nieaktywnego odpadu stałego, proces zatężania wodnych roztworów azotanu wapnia oraz proces regeneracji glikolu z wykorzystaniem mikrofal w układzie o działaniu ciągłym. Również przedstawione do oceny osiągnięcie finansowane w ramach projektu NCBiR wykonywane było na zlecenie partnera przemysłowego (PGNiG) i zakończyło się wdrożeniem. **Stwierdzam zatem, że sumaryczny dorobek naukowy dr inż. Janusza Dziaka, jak również jego działalność we współpracy z przemysłem stanowi dobrą podstawę i spełnia moim zdaniem zwyczajowe warunki stawiane kandydatom do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.**

3. Ocena osiągniecia naukowego Kandydata przedstawionego w postaci monografii

Osiągnięcie naukowe dr inż. Janusza Dziaka zatytułowane *„Zastosowanie układu strumienica-mikrofiltr do usuwania zanieczyszczeń z cieczy"* przedstawiono w postaci monografii wydanej przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej w 2019 r. Uważam, że Habilitant podjął się dość ambitnego wyzwania zaprojektowania i zbudowania instalacji do odsalania surowej ropy naftowej, działającej w sposób ciągły w dużej skali; prace te zakończyły się wdrożeniem, co również uważam ze duże osiągnięcie Habilitanta. Wymiernym efektem prac poświęconych tej tematyce, oprócz przedstawionej do oceny monografii są ponadto 4 publikacje w Inżynierii i Aparaturze Chemicznej, 1 publikacja w Computer-Aided Chemical Engineering oraz publikacje w materiałach konferencyjnych konferencji międzynarodowych (2), oraz krajowych (2). Nie jest to dorobek bardzo obszerny niemniej przedstawiona monografia porządkuje materiał i może stanowić podstawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Przejdę teraz do analizy merytorycznej poszczególnych części pracy, w szczególności skupiając się na jej aspektach naukowych.

Pierwsza część pracy dotyczyła budowy instalacji do określania charakterystyki pracy strumienicy w skali laboratoryjnej. Określanie takiej charakterystyki było o tyle istotne, że wpływa ona w dużym stopniu na właściwości wytworzonej emulsji, szybkości i stopnia odsolenia, a nawet szybkości i stopnia późniejszego rozdziału. Celem zatem było zaproponowanie optymalnej konfiguracji pracy strumienicy, tak aby zapewnić jak najlepsze warunki dla mieszania oleju z woda. Ta część pracy jest jak najbardziej zasadna i została wykonana prawidłowo.

Druga część pracy to badania koncentrujące się na wytwarzaniu emulsji za pomocą strumienicy. Badania wykonywano z wykorzystaniem oleju napędowego (PKN Orlen) lub surowej ropy naftowej (PGNiG); głównym celem tej części było poszukiwanie właściwych warunków odsalania; jednym z najważniejszych parametrów w tym przypadku okazał się rozmiar dyszy; prawidłowa średnica dyszy zapewnia odpowiednią wartość współczynnika ejekcji, a ten determinuje korzystny stosunek wody do ropy. Kolejną kwestią była jednorodność emulsji określona przez liczbę jej przejść przez strumienicę oraz czasu jednego przejścia. Stwierdzono, że do uzyskania odpowiedniej emulsji wystarczy pojedyncze przejście. Moja uwaga do tej części pracy dotyczy głównie porównania pracy mieszalnika strumienicowego z układem zaopatrzonym w homogenizator. Niestety porównanie to uważam za niepełne, gdyż Habilitant nie przedstawił szczegółowych informacji ani jaki rodzaj homogenizatora stosował ani jakie były parametry pracy homogenizatora i czy były to parametry optymalne z punktu widzenia charakterystyki wytworzonej emulsji. Dlatego wniosek, że emulsja woda-olej napędowy wytworzona za pomocą strumienicy daje mniejsze krople, choć jest prawidłowy, to jednak w mojej ocenie niekoniecznie obiektywny oraz stanowiący wystarczający argument do wykluczenia stosowania homogenizatora z dalszych badań, również z surową ropą naftową.

Jeśli chodzi o część badań dotyczących emulgowania ropy z wodą Habilitant dochodzi do interesującego wniosku, że większa zawartość wody niekoniecznie będzie korzystniejsza z punktu widzenia procesowego. Z jednej strony duża ilość wody zwiększa chłonność soli, ale z drugiej pojawia się też dodatkowa faza o dużej lepkości oddzielająca fazę wodną i ropy; Habilitant zauważa, że im mniej wody do ropy to chłonność soli jest mniejsza, ale jednocześnie ilość dodatkowej, niekorzystnej fazy lepkiej też jest mniejsza. Uważam zatem, szczególnie w kontekście tego typu wniosków, że warto byłoby w tej części pracy wykonać dodatkowe badania reologiczne wytworzonej mieszaniny w zależności od stosunku ilości wody do oleju. Ciekawe byłoby też porównanie tak wyznaczonych eksperymentalnie lepkości pozornych, choćby z dostępnymi w literaturze wartościami przewidywanymi przez modele reologiczne dla emulsji typu w/o oraz krótka dyskusja dotycząca tego problemu.

W dalszej części analizowanego rozdziału Habilitant przedstawia również charakterystykę kropel emulsji w postaci rozkładów i parametrów średnich; jednym z wniosków wypływających z tej części jest fakt, że średnice kropel emulsji zależą od średnicy dyszy strumienicy; w pracy jednak brak interpretacji tego efektu; wiadomo jedynie, że większa średnica to mniejsze wartości współczynnika ejekcji i większa zawartość fazy rozproszonej; uważam że na tym etapie pracy warto byłoby powiązać własności reologiczne wytworzonej emulsji z parametrami chrakteryzującymi tę emulsje takimi jak średni rozmiar kropel czy rozkład rozmiarów kropel. Jeśli natomiast chodzi o charakterystykę populacji kropel wytworzonej emulsji uważam, że dla celów porównawczych w takim przypadku warto stosować średnicę Sautera. Również, z tego samego powodu, znacznie lepiej prezentować wyniki w postaci liczbowych rozkładów gęstości kropel. Przedstawione w pracy histogramy niestety nie pozwalają na tak czytelną analizę procesu i wpływu parametrów procesowych, jak umożliwiłyby to funkcje gęstości. Takie podejście, z zastosowaniem funkcji gęstości rozkładów kropel, ułatwia również bezpośrednie porównanie wyników eksperymentu z wynikami symulacji numerycznych z wykorzystaniem metod opartych na rozwiązaniu równań bilansu populacji, czyli w konsekwencji porównywanie wyników eksperymentu z modelem procesu wytwarzania emulsji w mieszalniku strumienicowym, w przepływie burzliwym.

Uważam również, że w celu określenia własności emulsyfikacyjnych strumienicy można było pokusić się o określenie maksymalnego rozmiaru stabilnych kropel, choćby w oparciu o klasyczną teorię Kołmogorowa, przy wykorzystaniu wartości średniej szybkości dyssypacji energii w układzie. Znajomość maksymalnego stabilnego rozmiaru kropel umożliwiłaby oszacowanie liczby przejść

potrzebnych do jej uzyskania w zależności od parametrów procesowych pracy strumienicy, a w konsekwencji ocenę jej własności emulsyfikacyjnych w porównaniu z innymi tego typu urządzeniami (np. homogenizatorami).

Kolejna część to modelowanie pracy strumienicy i mieszalnika strumienicowego z użyciem metod CFD. W tej części pracy autor słusznie przedstawił dwa podejścia do modelowania strumienicy; pierwsze polegało na przyjęciu założenia o dwuwymiarowym przepływie osiowo-symetrycznym; w drugim Habilitant zaprezentował pełne rozwiązanie trójwymiarowe. Podjęcie przez Habilitanta próby symulacji numerycznych uważam za bardzo cenne i zasadne. Wyniki takich symulacji umożliwiają bowiem ustalanie wpływu parametrów konstrukcyjnych strumienicy (oraz mieszalnika) na jej pracę. Szkoda, że jest to jedynie próba modelowania pola przepływu. Pełne podejście wymagałoby modelowania ewolucji rozkładów kropel wytworzonych w strumienicy, a następnie porównanie ich z rozkładami kropel uzyskanymi w eksperymentach.

Kolejna moja uwaga co do tej części pracy dotyczy wyjaśnienia przez Habilitanta wykorzystania modelu k-ε dla symulacji pola przepływu. Habilitant wspomina, że zdecydowano się na użycie właśnie tego modelu ze względu na dużą wydajność i szerokie zastosowanie w inżynierii chemicznej. Zgadzam się oczywiście z tą informacją, przy czym warto mieć w pamięci, że model ten ma zastosowanie głównie dla przypadku w pełni rozwiniętego przepływu burzliwego. Uważam, że należało to sprawdzić i potwierdzić jego stosowalność. W tym celu można było choćby zaprezentować rozkłady energii kinetycznej burzliwości oraz szybkości dyssypacji energii w badanym układzie. Właściwym podejściem byłoby także przedstawienie rozkładów tzw. burzliwej liczby Reynoldsa, która w najlepszym stopniu potwierdziłby stosowalność modelu k-ε w badanym mieszalniku, w zależności od parametrów procesowych. Na pochwałę natomiast zasługuje sposób weryfikacji modelu trójwymiarowego z wykorzystaniem współczynnika ejekcji. Dzięki takiemu podejściu Habilitant mógł prawidłowo oszacować optymalna liczbę komórek obliczeniowych, poprzez stwierdzenie braku znaczącego wpływu wzrostu gęstości siatki na wartość współczynnika ejekcji.

Bardzo pozytywnie oceniam również próbę symulacji mieszania obu cieczy w układzie z wykorzystaniem zmodyfikowanego modelu VOF, umożlwiającego aktualizację ułamka objętościowego jednej z faz na wlocie do układu; takie podejście umożliwiło oszacowanie czasu mieszania odniesionego do objętości cieczy w zbiorniku. Tego typu symulacje umożliwiają również określenie stref słabego mieszania oraz silnej cyrkulacji cieczy; dla lepszej wizualizacji tego typu efektów warto byłoby pokusić się w pracy o przedstawienie rozkładów wektorów prędkości a także, co ważniejsze porównanie wyników z układem dużej skali, którego projekt i budowa był najważniejszym celem tej pracy.

Wato nadmienić, o czym Habilitant niestety nie wspomniał, jak ważną rolę odgrywa modelowanie CFD przy powiększaniu skali procesu. W obecnej pracy Habilitant pokazał jedynie wyniki symulacji pola przepływu i mieszania dla skali laboratoryjnej. Projektowanie aparatów dużej skali przy wykorzystaniu metod CFD jest bardzo użytecznym narzędziem, umożliwiającym np. modyfikację geometryczną układu, już na etapie projektowania i określenie wpływu tej modyfikacji na przebieg procesu (w tym na przykład identyfikację oraz eliminację stref słabego mieszania lub stref martwych).

Kolejna część pracy to badania koncentrujące się już na rozdziale emulsji z użyciem mikrofiltra. W przedstawionych badaniach stosowano dwa filtry komercyjne (firmy Amazon) z czego pierwszy wykonany był z materiału hydrofobowego, drugi z materiału hydrofilowego; oba miały różne średnice porów; w trakcie badań prowadzono kontrolę stopnia odsolenia, przy czym badano zarówno surową ropę naftową z różnych dostaw PGNiG jaki i preparowaną emulsję woda-ropa. Ponieważ używano filtry o różnych rozmiarach porów, określano wpływ tej średnicy oraz materiału z którego wykonany jest filtr na efektywność rozdziału emulsji w/o. W mojej ocenie bardzo cennym wnioskiem z tych badań jest spostrzeżenie, że o procesie odsalania surowej ropy decydują tak naprawę dwa wzajemnie wykluczające się czynniki, a znalezienie optimum nie jest zadaniem łatwym. Habilitant pokazał z jak złożonym procesem mamy tu do czynienia, bo z jednej strony wymagane jest wytworzenie jak największej powierzchni kontaktu (dużo małych kropel), co jednocześnie oznacza duże trudności w późniejszym rozdziale emulsji.

W celu interpretacji rozdziału emulsji w/o Habilitant przedstawił w pracy również symulacje CFD przepływu emulsji przez przegrodę filtracyjną; stanowiły one jedynie bardzo podstawowe podejście do

opisu przepływu emulsji przez filtr, pokazując interakcję z filtrem pojedynczych kropel, względnie pary kropel. Jednocześnie symulacje przepływu prowadzono przy założeniu, że mamy do czynienia z pojedyncza kapilarą z przewężeniem. Było to zatem bardzo uproszczone podejście do nieco bardziej złożonego procesu. Habilitant zdaje sobie jednak sprawę z trudności jakie generuje modelowanie tego typu procesu i zaznacza wyraźnie, że jak do tej pory w literaturze brakuje wyników modelowania, które zgadzałyby się w pełni z danymi eksperymentalnymi, szczególnie przy zmianie parametrów procesowych. Podsumowując tę część pracy stwierdzam, że Habilitant skoncentrował się w głównej mierze na modelowaniu procesu usuwania kropel większych od (lub porównywalnych do) średnicy kanalika filtra; zauważył, że w tym przypadku determinująca rolę odgrywa relacja między naprężeniami ścinającymi w przepływie laminarnym, a siłami napięcia międzyfazowego; w przypadku przewagi tych pierwszych nad drugimi krople ulegają silnej deformacji i w konsekwencji nie dochodzi do zetknięcia pary kropel oraz ich koalescencji. W celu potwierdzenia tego efektu Habilitant przedstawił wyniki obliczeń dla bardzo małych wartości napięcia międzyfazowego; w mojej ocenie relacja miedzy tymi dwoma czynnikami jest niewątpliwie bardzo ważna, ale należałoby się zastanowić, czy tak małe wartości napięcia międzyfazowego mają duże znaczenie praktyczne, czy może jednak większy sens fizyczny miałoby w tym przypadku zwiększenie prędkości napływu pary kropel do kapilary.

Ostatnia moja uwaga do tej części pracy dotyczy problemu koalescencji kropel małych, znacznie mniejszych od rozmiaru kanału filtra. Niestety, w przedstawionej do oceny pracy, brak wyników symulacji takiego procesu. W takim przypadku mamy do czynienia ze zderzeniami kropel w polu przepływu ścinającego, jest również bardzo prawdopodobne, że o koalescencji tych najmniejszych kropel będzie decydował mechanizm dyfuzji Browna. W tym przypadku, analizując proces choćby w sposób uproszczony można było się pokusić o określenie czasów kontaktu oraz prawdopodobieństwa koalescencji w przepływie z nałożonym efektem dyfuzji; w mojej ocenie taka analiza mogłaby być szczególnie cenna gdyż, jak sam Habilitant zauważa problemem nie jest tutaj usuwanie stosunkowo dużych kropel, ale niszczenie emulsji złożonych z kropel najdrobniejszych.

Ciekawą częścią pracy jest część dotycząca przeglądu teorii opublikowanych w literaturze które, w sposób ilościowy starają się opisać rozdział emulsji z zastosowaniem materiałów porowatych. Tu Habilitant przedstawił wyniki prac kilku grup badawczych zajmujących się tym zagadnieniem, przy czym wszystkie prace prezentują nieco inny punkt widzenia na opisywany proces. Co najistotniejsze Habilitant podkreśla wyraźnie, że żadna z przedstawionych teorii nie sprawdza się do przewidywania przebiegu procesu separacji i najczęściej w eksperymentach zaobserwowano odmienne efekty. Na podstawie wykonanego przeglądu, można zatem wysnuć wniosek, że teorie te mają raczej wartość historyczną, aniżeli stanowią wymierną pomoc przy rozwiazywaniu problemów separacji; brakowało mi w tej części pracy bezpośredniego odniesienia przedstawionych teorii do wyników własnych uzyskanych przez Habilitanta, tym bardziej że spora większość badań literaturowych koncentruje się na opisie emulsji typu o/w, podczas gdy obecna praca to rozdział głównie emulsji typu w/o.

Ostatnia już część, przedstawionej do oceny monografii, to bardzo interesująca dyskusja dotycząca mechanizmów rozdziału emulsji w materiale porowatym mikrofiltra oraz część praktyczna, czyli przedstawienie założeń i obliczeń projektowych docelowej instalacji pracującej w sposób ciągły. Część ta jest efektem przemyśleń własnych Habilitanta nad złożonym procesem rozdziału emulsji z wykorzystaniem mikrofiltra, oraz istotnymi mechanizmami, które tym rozdziałem rządzą. Złożoność procesu, a w szczególności mnogość zmiennych procesowych powoduje, że określenie który mechanizm decyduje o rozdziale, staje się trudnym zadaniem. Habilitant podkreśla, że dużo zależy przede wszystkim od dwóch czynników, mianowicie: rodzaju materiału filtra oraz relacji rozmiaru kropel w stosunku do średnicy kanałów filtra, a także krętości kanałów filtra. Habilitant podkreśla, że w znakomitej większości przypadków, separacja układów ciecz-ciecz nie będzie przebiegała zgodnie z mechanizmem klasycznej filtracji cząstek stałych. W zamian mamy tu do czynienia przede wszystkim z koalescencją kropel na ściankach kanalików filtra (w przypadku kropel większych), a w przypadku kropel mniejszych również z ich wzajemnymi zderzeniami w przepływie emulsji przez pory filtra. I właśnie jeśli chodzi o ten drugi mechanizm, to brakowało mi w pracy rozwinięcia tego problemu, czyli analizy mechanizmów rozdzielania mniejszych kropel emulsji oraz wypunktowania od czego będzie ten proces zależał. W tym przypadku również można było dokonać przeglądu literatury pod kątem

określania szybkości koalescencji kropel i prawdopodobieństwa koalescencji oraz analizy i porównania stałych czasowych dla różnych mechanizmów decydujących o koalescencji. W przypadku koalescencji kropel wiele zależy również od tego czy mamy do czynienia z emulsją typu w/o czy o/w, w szczególności od stosunku lepkości kropel do lepkości fazy ciągłej; ma to wpływ na takie efekty jak ich deformacja czy ruchliwość powierzchni, a co za tymi idzie wpływa na szybkość usuwania warstewki filmu spomiędzy kropel i w konsekwencji na szybkość procesu.

Bardziej szczegółowy opis procesu samej koalescencji, czy to w przypadku gdy w trakcie przepływu emulsji przez złoże włókien krople ulegają zderzeniom miedzy sobą, czy też ma miejsce zderzenie z kroplą nieruchomą osadzoną na włóknie lub ciekłym filmem przy ściankach włókna jest o tyle istotny, że jak sam Habilitant przyznaje koalescencja pełni w tym przypadku kluczową rolę w opisie zjawiska rozdziału. Mechanizm filtracyjny jest odpowiedzialny jedynie za oddzielenie kropel dużych od małych, ale nie przyczynia się do całkowitego niszczenia emulsji.

Jeśli natomiast chodzi o ostatni rozdział dotyczący założeń i obliczeń projektowych instalacji docelowej pracującej w sposób ciągły zabrakło mi założeń co do projektu samego filtra; prawdopodobnie wynika to z faktu, że autor pracy korzystał z gotowych rozwiązań (filtry komercyjne), a zatem wykonanie projektu filtra lub jego modyfikacja nie były celem tej pracy. W rozdziale brakowało mi też dyskusji dotyczącej problemów powiększania skali, szczególnie w kontekście aparatów typu strumienica, mieszalnik strumienicowy, koalescer. Winny się tu znaleźć informacje jakimi kryteriami należy sugerować się przy powiększaniu skali tego typu aparatów i jakie najważniejsze problemy można napotkać w związku z powiększaniem skali w badanych układach.

Podsumowując moją ocenę monografii za główne osiągnięcia Habilitanta uznaję:
1) zaprojektowanie instalacji do mieszania wody z surową ropa naftową w tym zaprojektowanie strumienicy oraz mieszalnika strumienicowego; 2) określenie optymalnych parametrów pracy strumienicy (optymalne parametry pracy instalacji do odsalania ropy) oraz określenie optymalnych warunków do emulgowania wody z ropą (wielkość kropel, szybkość usuwania soli); 3) zaprojektowanie instalacji do rozdziału emulsji z wykorzystaniem mikrofiltrów; 4) badania pracy instalacji z wykorzystaniem mikrofiltrów dostępnych komercyjnie, w tym określenie wpływu takich parametrów jak rozmiary porów, oraz rodzaj materiału filtracyjnego (hydrofobowy, hydrofilowy), natężenia przepływu emulsji przez filtr oraz rozmiaru kropel na szybkość filtracji; 5) udaną próbę modelowania pracy strumienicy oraz mieszalnika strumienicowego z użyciem CFD z uwzględnieniem symulacji mieszania przy użyciu zmodyfikowanego modelu VOF; 5) udana próbę symulacji CFD przepływu emulsji przez przegrodę filtracyjną; 6) dyskusję opartą na spostrzeżeniach własnych Habilitanta na temat różnych mechanizmów rozdziału emulsji na materiale porowatym mikrofiltra i w końcu 7) przedstawienie projektu i budowę instalacji do odsalania surowej ropy naftowej pracującej w sposób ciągły.

Jednocześnie stwierdzam, że moja ocena poziomu merytorycznego osiągnięcia habilitacyjnego jest pozytywna. Szeroki zakres wykonanych badań doświadczalnych, zaprojektowanie urządzeń do tworzenia i niszczenia emulsji w celu odsalania surowej ropy naftowej, a także podjęcie próby modelowania w/w procesów oraz uzyskane istotne elementy nowości naukowej sprawiają, że w mojej opinii recenzowana praca odpowiada wymogom stawianym pracom habilitacyjnym. Praca posiada jednocześnie wysoką wartości aplikacyjną, gdyż została zakończona wdrożeniem instalacji do odsalania ropy pracującej w sposób ciągły.

4. Osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne

Dr inż. Janusz Dziak ma bogate doświadczenie i znaczące osiągnięcia dydaktyczne zarówno w zakresie prowadzenia wykładów, jak również ćwiczeń obliczeniowych, projektów i laboratoriów. Co istotne zakres prowadzonych przez Habilitanta zajęć (tzn. w szczególności inżynieria chemiczna, mechanika płynów, procesy separacyjne i cieplne) pokrywa się z obszarami Jego zainteresowań naukowych oraz wykonywanych przez niego projektów na zlecenie przemysłu. Dzięki temu Habilitant może bezpośrednio przekazać studentom swoje doświadczenie praktyczne. Dr inż. Janusz Dziak może się również pochwalić prowadzeniem zajęć w języku angielskim w tym wykładów, ćwiczeń

obliczeniowych i laboratorium. Jak widać doświadczenie które Habilitant zdobył podczas rocznego stażu zaowocowało również i w tym aspekcie Jego działalności.

Oprócz prowadzenia zajęć dydaktycznych, Habilitant ma na swoim koncie kilkadziesiąt obronionych prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich co jest przejawem pozytywnej współpracy ze studentami. Jego działalność dydaktyczną doceniają nie tylko studenci, ale również władze. W 2000 r. odebrał nagrodę Dziekana za osiągnięcia w zakresie wprowadzania nowych form dydaktycznych. Pozytywnym przejawem Jego działalności dydaktycznej jest także opublikowanie podręcznika dla studentów pt. *„Procesy cieplne w inżynierii chemicznej"* wydanego przez Oficynę Wydawniczą PWr w 2015 roku.

Jeśli chodzi o działalność organizacyjną to na tym polu Habilitant ma równie duże osiągniecia. W latach 2013-2016 był koordynatorem zespołu planowania dydaktyki na Wydziale Chemicznym PWr oraz doradcą ds. dydaktyki kierownika kierunku Inżynieria Chemiczna i Procesowa. Z kolei w latach 2014-2020 został członkiem zespołu opracowującego programy dla modyfikowanych i nowych specjalności w ramach projektu ZPR PWr współfinansowanego przez Unie Europejską. Brał udział przy doborze i zakupie nowych instalacji dydaktycznych dostarczonych przez niemiecką firmę Gunt, co pozwoliło w znacznym stopniu zmodernizować laboratoria dla studentów. W latach 2015-2016 udzielał pomocy studentom w organizowaniu Ogólnopolskiego Konkursu „Inżynieria Sukcesu" na PWr. W 2017 r. powierzono mu również opiekę i zarządzanie Halą Technologiczną na Wydziale Chemicznym PWr.

5. Wniosek końcowy

Przedstawione i omówione w recenzji osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne oraz wykonana praca habilitacyjna dr inż. Janusza Dziaka pozwalają stwierdzić, że

1) Habilitant przedstawił wystarczający dorobek naukowy uzyskany po doktoracie, zwyczajowo stawiany Kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

2) Posiada wymierne, udokumentowane osiągnięcia w zakresie działalności dydaktycznej oraz organizacyjnej na rzecz społeczności akademickiej.

3) Wykonaną pracę habilitacyjną dr inż. Janusza Dziaka oceniam pozytywnie. Praca wnosi elementy nowości naukowej w temacie usuwania zanieczyszczeń z cieczy z wykorzystaniem układu strumienica-mikrofiltr. Ponadto, co bardzo istotne, praca ta została zakończona wdrożeniem.

Uważam zatem, z pełnym przekonaniem, że dr inż. Janusz Dziak jest dojrzałym pracownikiem naukowym, posiada odpowiednie kwalifikacje umożliwiające prowadzenie samodzielnych badań naukowych, wykonywania projektów na zlecenie przemysłu oraz duże doświadczenie dydaktyczne i organizacyjne. **Jednocześnie stwierdzam, że przedłożona mi do oceny rozprawa habilitacyjna oraz całokształt dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Janusza Dziaka spełnia ustawowe i zwyczajowe wymagania stawiane Kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego.**

W konkluzji stawiam wniosek o nadanie dr inż. Januszowi Dziakowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

M. Jasińska

.....

Magdalena Jasińska