

Kraków, 17 listopada, 2016 r.

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Adamczyk
Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN im. Jerzego Habera
ul. Niezapominajek 8
30-239 Kraków

OCENA

Rozprawy habilitacyjnej:

„**Mechaniczne podstawy zastosowania kropeł jako mikroreaktorów chemicznych w pasywnych układach mikroprzepływowych**” oraz dorobku naukowego Pana dr Piotra Michała Korczyka.

1. Analiza rozprawy habilitacyjnej

Jeżeli chodzi o stronę formalną, osiągnięcie naukowe przedstawione jako rozprawa habilitacyjna dr P.M. Korczyka oparte jest na czterech oryginalnych publikacjach. Wszystkie prace ukazały się w czasopismach międzynarodowych, w latach 2011-2015, dwie w czasopiśmie *Lab on a Chip* (wskaźnik cytowania 6.1), jedna w *Biomicrofluidics* (wskaźnik cytowania 3.36) oraz jedna w czasopiśmie *J. Flow Chemistry* (wskaźnik cytowania 1.9). Prace te były cytowane w sumie 56 razy. W trzech wymienionych pracach habilitant był pierwszym autorem.

Jednakże istotnym ograniczeniem tego dorobku jest brak prac jednoautorskich lub prac przeglądowych. Ponadto, oprócz Habilitanta w pracach tych pojawia się jedenaścioro współautorów, min. we wszystkich prof. P. Garstecki. W związku z tym do rozprawy dołączone są oświadczenia współautorów zgodnie z wymogami formalnymi. Tak więc, prof. Piotr Garstecki pisze w swoim oświadczeniu odnośnie pracy 2: „Projekt (publikacja 2, Z. Adamczyk) opierał się o niezależne, ogólnikowe pomysły Volkerta, van Steijna oraz mój. Piotr Korczyk odegrał kluczową rolę w praktycznej realizacji projektu i w twórczym rozwinięciu go o nowe rozwiązania techniczne, które okazały się być kluczowe dla powodzenia projektu...”

Odnosnie pracy 4 Prof. P. Garstecki pisze : „Projekt (publikacja 4, Z. Adamczyk) opiera się **na moim pomysle**, na bazie którego od początku P. Korczyk prowadził badania, prowadząc również wówczas magistrantkę Monikę Dolęgę. Piotr (Korczyk) odegrał kluczową rolę w organizacji prac eksperymentalnych, oraz wykonaniu eksperymentów, analizie danych oraz wyliczeń teoretycznych i spisaniu publikacji ...”

W moim przekonaniu oświadczenia prof. P. Garsteckiego są najbardziej znaczące ponieważ wszystkie prace wykazane jako osiągnięcie naukowe habilitanta, dotyczą układów mikroprzepływowych, a więc tematyki badawczej będącej podstawą działalności grupy badawczej prof. P. Garsteckiego od wielu już lat. Natomiast wcześniejsza tematyka badawcza habilitanta w IPPT dotyczyła głównie analizy oddziaływań hydrodynamicznych w zawieszinach kropelek wody w powietrzu. Dopiero po przejściu do grupy prof. P. Garsteckiego habilitant rozpoczyna działalność naukową dotyczącą mechanizmów tworzenia kropelek oraz reakcji w układach mikroprzepływowych.

Odnosnie pracy 2, prof. V. von Stein stwierdza, że „My contribution to this paper concerns (i) developing the conceptual idea of a fixed volume drop generator, (ii) performing and analyzing part of the experimental work, and (iii) preparing and writing the manuscript”.

Podobnie, prof. D.A. Weitz stwierdza odnośnie tej samej pracy 2: „My contribution to this paper was primarily to offer conceptual overview of the work in my role of the PI of the Harvard contribution”.

Pani S. Makulska pisze w swoim oświadczeniu odnośnie pracy 1 pisze: „Mój wkład polegał na czynnym udziale w projekcie poprzez udział w powstawaniu układu eksperymentalnego, przeprowadzeniu części eksperymentów, a także dokonaniu wstępnej obróbki danych uzyskanych z ich wyników...”.

Pozostali autorzy oświadczają, że ich wkład do wymienionych prac był raczej natury technicznej.

Na podstawie szczegółowej analizy tych oświadczeń trudno jest w jednoznaczny sposób stwierdzić, że wymieniony dorobek naukowy jest oryginalnym i indywidualnym osiągnięciem dr P.M. Korczyka.

Szczegółowa analiza zawartości merytorycznej dysertacji dr P.M. Korczyka jest utrudniona ze względu na niespotykaną lakoniczność opisu, całość bowiem obejmuje sześć stron maszynopisu, w tym ponad 1 strona ogólnego wstępu. Ponadto autor nie przedstawił *explicite* wniosków wynikających z przeprowadzonych badań, szczególnie własnego indywidualnego wkładu w rozwój dyscypliny.

Cykl czterech publikacji, które habilitant proponuje jako osiągnięcie naukowe poświęcony jest mechanizmom tworzenia kropeł, ich łączenia (koalescencji), dzielenia, mieszania reagentów w ich wnętrzu oraz prowadzeniu reakcji chemicznej. Według definicji autora układy pasywne charakteryzują się brakiem elementów sterujących przepływami gdy wszelkie procesy zachodzą spontanicznie i są wynikiem oddziaływań hydrodynamicznych. Z tą definicją trudno się zgodzić, gdyż przecież wszystkie mikroprzepływy w pracach habilitanta były wymuszane przez zastosowanie pomp strzykawkowych lub ciśnienia hydrostatycznego.

Pierwsza, zaledwie trzystronicowa praca cyklu habilitacyjnego poświęcona jest ciekawemu zagadnieniu w jaki sposób oscylacje przepływu wpływają na mechanizmy tworzenia kropeł w złączu T. Autor analizuje objętość kropeł tworzonych przy użyciu pompy strzykawkowej w funkcji czasu, wykazując, że oscylacje tego parametru spowodowane są głównie z nieciągłością działania mechanizmu przesuwającego tłok. Uzyskane wyniki mają znaczenie praktyczne wskazując, że znacznie korzystniejsze jest generowanie mikroprzepływów wskutek działania ciśnienia hydrostatycznego, niż przez zastosowanie pomp.

W drugiej publikacji cyklu wykonanej w współpracy z grupą prof. A. Weitz (Uniwersytet Harvarda) habilitant opisuje modyfikację klasycznego złącza T, co umożliwia generację kropeł o wielkości niezależnej od prędkości przepływu. Modyfikacja ta oparta jest na zastosowaniu tzw. bajpasu (dodatkowego kanału, umożliwiającego opłynięcie kropli, *nota bene* tworzone w tym układzie krople mają bardzo wydłużony kształt) przez fazy ciągłą. Autorzy wykazali użyteczność nowej techniki do wytwarzania monodispersyjnych kropeł zawierających kontrolowanym stężeniem określonych substancji (barwnika).

Trzecia publikacja cyklu poświęcona jest rozwinięciu nowej metody umożliwiającej przeprowadzenie określonych sekwencji elementarnych operacji na kroplach. Metoda ta jest oparta na modyfikacji geometrii kanałów, zastosowanie dodatkowych szczelin i pułapek dla kropeł. W ten sposób można w kontrolowany sposób generować krople o określonej objętości, zmieniać ich czas przebywania w kanale (dokonując opóźniania lub zatrzymywanie w zależności od ich wielkości) oraz prowadzić koalescencję (łączenie) kropeł. Zaletą tego typu urządzenia jest zminimalizowanie wpływu parametrów hydrodynamicznych określających intensywność przepływu.

W czwartej publikacji Habilitant wraz ze współpracownikami podejmuje próbę doświadczalnego określenia wpływu szybkości przepływu i parametrów geometrycznych kanałów na efektywność pewnych operacji jednostkowych, min. na mechanizm tworzenia kropeł w złączu T, na czas mieszania reagentów oraz czas ekstrakcji. Druga część tej obszernej publikacji poświęcona jest określeniu kinetyki reakcji syntezy pirolu w kroplach generowanych w złączu FF, w zależności od szerokości kanału. Wykazano brak jednoznacznych korelacji między kinetyką tego procesu, a szerokością kanału, co interpretowano, jako dowód na kompletne wymieszanie reagentów w tym układzie. Jednakże, interpretacja taka bez porównawczych pomiarów kinetyki reakcji w układach makroskopowych (homogenicznych) nie jest jednoznaczna, gdyż efektywność mieszania zależy głównie od rozmiaru podłużnego kropeł, który jest mało zależny od szerokości kanału. Ponadto, znaczącą rolę w tym przypadku mogą odgrywać adsorpcja polarnych składników obecnych w mieszaninie reakcyjnej na granicach faz co w znaczący sposób może zmniejszać efektywność mieszania. Tak więc, w celu uzyskania jednoznacznej odpowiedzi należałoby więc uzyskać dodatkową informację o napięciach międzyfazowych w rozpatrywanym układzie.

Podsumowując analizę prac habilitanta, można stwierdzić, że uzyskane przez niego we współpracy wyniki mogą mieć znaczenie praktyczne, szczególnie dla prowadzenia reakcji chemicznych w mikroskali, w warunkach laboratoryjnych. Natomiast znaczenie poznawcze tych badań dla rozwoju dyscypliny jest trudne do zdefiniowania. Związane jest to z brakiem jasno zdefiniowanej tezy pracy, a także

technicznym oraz jakościowym podejściem do rozpatrywanych zagadnień. Autor nie podejmuje próby oszacowania wpływu istotnych parametrów fizykochemicznych takich jak napięcia międzyfazowe w analizowanych układach, heterogeniczność rozkładu energii powierzchniowej, topologia powierzchni kanałów mikroprzepływowych (szorstkość), a także ich potencjały elektrokinetyczne (zeta) mogące powodować lokalne zmiany przepływu. Dużym problemem jest więc zapewnienie powtarzalności pomiarów gdyż nawet śladowe ilości zanieczyszczeń powierzchniowo aktywnych wpływają w znaczący sposób na napięcia międzyfazowe. Dlatego w tego typu badaniach potrzebna jest staranna analiza statystyczna wyników, umożliwiająca ocenić ich powtarzalność. Jest to o tyle istotne, że habilitant, prowadzący badania w znakomitych ośrodkach posiadających długoletnie tradycje w ilościowym opisie hydrodynamiki układów zdyspergowanych nie podjął próby stworzenia ilościowego modelu hydrodynamicznego analizowanych zjawisk, ograniczając się jedynie do szczegółowego opisu doświadczeń. W ten sposób trudno jest uogólnić uzyskane wyniki na inne układy i sformułować ogólne prawidłowości, co przyczyniłoby się do osiągnięcia znaczącego postępu w tej dziedzinie badań.

Ze względu na te zastrzeżenia analiza dorobku naukowego przedstawionego w rozprawie habilitacyjnej dr P.M. Korczyka nie pozwala jednoznacznie stwierdzić, że uzyskane przez niego wyniki stanowią znaczący i oryginalny wkład do dziedziny badań nad układami mikroprzepływowymi.

2. Ocena dorobku naukowego

Dorobek naukowy dr P.M. Korczyka obejmuje łącznie 19 oryginalnych publikacji w czasopismach z listy JCR. Po uzyskaniu stopnia doktora opublikował 16 prace w czasopismach z listy JCR wysokim średnim wskaźniku cytowania 4.5, min. w *Phys. Rev. Lett.* (wskaźnik 7.5) oraz w *Lab Chip* (wskaźnik 6.1).

Sumaryczna liczba wszystkich cytowań publikacji habilitanta bez autocytowań wynosi 216, a wskaźnik H dla całości dorobku naukowego wynosi 10. Są to wskaźniki adekwatne dla kandydatów ubiegających się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Ponadto, P.M. Korczyk opublikował dwie monografie w języku polskim o zasięgu lokalnym oraz jest współautorem dwóch patentów polskich oraz dwóch zgłoszeń patentowych. Wyniki swych badań przedstawił osobiście na 13 konferencjach, w tym 10 międzynarodowych.

Mając na uwadze tak znaczący dorobek, jest rzeczą zastanawiającą dlaczego habilitant nie uwzględnił większej ilości swoich publikacji o dobrze zaznaczonym charakterze poznawczym (np. publikacji oznaczonej jako B7, B8, B9) jako osiągnięcia będącego podstawą przewodu habilitacyjnego, skupiając się na technicznych aspektach procesów w układach mikroprzepływowych.

Działalność naukowa P.M. Korczyka związana z doktoratem dotyczyła oddziaływań hydrodynamicznych kropeł w suspensjach gazowych (mgłach) w turbulentnych polach prędkości. Ciekawą koncepcją było zastosowanie w tych badaniach metody anemometrii obrazowej, do której kandydat przygotował oryginalne oprogramowanie, umożliwiające jednoznaczny analizę danych doświadczalnych.

Po zakończeniu doktoratu P.M. Korczyk podejmuje współpracę z grupą prof. P. Garsteckiego w ramach trzyletniego stażu podoktorskiego, a następnie przebywa na rocznym stażu w Australii. W tym okresie zajmuje się różnorodną tematyką badawczą, obejmującą oprócz powyższej tematyki związanej z cyklem habilitacyjnym min. aktywnym wytwarzaniem kropeł i ich łączenia (koalescencji) przy użyciu zaworów elektromagnetycznych, tworzenia tzw. kropeł wielokrotnych składających się z łańcuchów (agregatów liniowych) naprzemiennie ułożonych kropeł z cieczy niemieszających się ze sobą. W innych pracach zajmował się mechanizmami przemieszczania kropeł w kanałach prostokątnych, mogących odzwierciedlać układy porowate, elektro koalescencją kropeł w oscylującym polu elektrycznym w układzie mikroprzepływowym z płytkim kanałem (układ kwazi-dwuwymiarowy). W jednej z prac zajmował się zagadnieniem flotacji molibdenitu, badając wpływ adsorpcji karboksymetylocelulozy na wydajność tego procesu.

Reasumując można stwierdzić, że w swych poczynaniach naukowych habilitantka wykazał się samodzielnością myślenia, dobrym warsztatem naukowym w dziedzinie opisu złożonych procesów fizykochemicznych, uzyskując szereg ciekawych wyników

eksperymentalnych, które weszły do obiegu nauki.

Działalność dydaktyczna dr P.M. Korczyka jest bardzo skromna będąc związana z prowadzeniem lekcji dla młodzieży w ramach Festiwalu Nauki w 2014 r.

Natomiast godna podkreślenia jest efektywna współpraca naukowa z ośrodkami zagranicznymi, min. we Francji, Australii, USA (Harvard University) oraz w Taiwanie.

Jeżeli chodzi o działalność organizacyjną habilitanta to należałoby wspomnieć, że był głównym wykonawcą jednego międzynarodowego projektu badawczego (Mari-Curie Action) dwóch projektów krajowych, wykonawcą w dwu innych projektach, a obecnie jest kierownikiem projektu NCN (Sonata-bis). Ponadto, w roku 2012 był członkiem lokalnego Komitetu Organizacyjnego III Krajowej Konferencji Nano i Mikromechaniki.

3. Wniosek końcowy.

Podsumowując powyższą analizę można stwierdzić, że dorobek naukowy dr P.M. Korczyka po uzyskaniu stopnia naukowego jest znaczący zarówno w aspekcie ilościowym, jak również jakościowym. Opublikował w tym okresie 16 prac w czasopiśmie międzynarodowych o wysokim wskaźniku cytowania. Sumaryczna liczba wszystkich cytowań bez autocytowań wynosi 216, a wskaźnik H dla całości jego dorobku naukowego wynosi 10. Uzyskał szereg wyników doświadczalnych, stanowiących znaczący wkład do fizykochemii procesów związanych z mechanizmami tworzenia i dynamiki kropeł w układach mikroprzepływowych.

Odmienne przedstawia się jednak sytuacja, jeżeli chodzi o osiągnięcie naukowe przedstawione jako rozprawa habilitacyjna, które oparte jest jedynie na czterech publikacjach, w których występuje jedenaścioro współautorów. Ich oświadczenia nie pozwalają jednoznacznie stwierdzić, że wkład habilitanta był dominujący, a koncepcja badań była jego indywidualnym pomysłem. Ponadto, znaczenie poznawcze wyników tych badań dla rozwoju dyscypliny jest trudne do zdefiniowania. Związane jest to z technicznym oraz jakościowym podejściem do rozpatrywanych zagadnień.

Tak więc, ze względu na brak wystarczających argumentów potwierdzających indywidualny i oryginalny wkład dr P.M. Korczyka do publikacji będących podstawą osiągnięcia naukowego oraz ich ograniczone znaczenie poznawcze, nie mogą w sposób jednoznaczny stwierdzić, że recenzowana rozprawa habilitacyjna spełnia wymogi ustawy z dnia 14. 03 2003 o stopniach i tytule naukowym.



Prof. dr hab. inż. Zbigniew Adamczyk