

Prof. dr hab. inż. Andrzej Gierczycki,
emerytowany prof. Politechniki Śl.
44 100 Gliwice, ul. ks. M. Strzody 7

25.08.2022

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Tyla pt. „Application of Population Balance Equations for Modelling of Liquid-solid Dispersion Systems”

Podstawą formalną opracowania recenzji jest pismo Pana prof. dr hab. inż. Tomasza Sosnowskiego, Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Chemiczna w Politechnice Warszawskiej z dnia 5 lipca 2022 roku. Po wstępnej analizie tematyki stwierdzam, że mieści się ona w zakresie moich zainteresowań naukowych, co pozwala mi podjąć się opracowania recenzji. Równocześnie oświadczam, że nie prowadziłem z doktorantem badań naukowych, ani nie posiadamy wspólnych publikacji.

Wprowadzenie

Trzon pracy stanowi sześć recenzowanych artykułów o wspólnej tematyce oraz obszerne omówienie zagadnień tam poruszanych. Artykuły te opublikowano w następujących czasopismach:

- Chemical Engineering Research and Design, IF=3,739 – 2 publikacje
- Chemical Engineering and Technology, IF=1,728 – 1 publikacja
- Chemical Process Engineering, IF=0,485 – 2 publikacje
- Inżynieria i Aparatura Chemiczna, bez IF – 1 publikacja

W tej grupie pięć czasopism znajduje się na Liście Filadelfijskiej. We wszystkich sześciu Doktorant jest autorem korespondencyjnym, a w trzech – pierwszym współautorem. Klamrą spinającą jest obszerne omówienie zagadnień poruszanych w publikacjach, które w dalszej części recenzji będę nazywał autoreferatem. Dokumentacja ocenianej pracy obejmuje również deklaracje współautorów artykułów, (za wyjątkiem nieżyjącego współ-opiekuna – nieodżałowanego profesora Jerzego Bałdygi), a także odbitki wspomnianych sześciu publikacji wraz z ich spisem. Oświadczenia współautorów nie pozostawiają wątpliwości, że Doktorant miał wiodący udział w przygotowaniu artykułów. Doktorant załączył również wykaz konferencji, w których brał udział (6 odbyło się za granicą, a 3 w Polsce), na których przedstawił 11 prac.

Ocena pracy

Tematyka równań bilansu populacji cieszy się od kilkadziesiąt lat nieustającym zainteresowaniem badaczy, co przejawia się dużą liczbą wartościowych publikacji świadczących o jej aktualności. Biorąc pod uwagę potencjalny aspekt aplikacyjny rozprawy, uważam podjęcie badań w tym zakresie za cenne, potrzebne i w pełni uzasadnione. Równania bilansu populacji to nie jest tematyka łatwa, a skuteczne poruszanie się w niej wymaga wiedzy teoretycznej i odpowiednich umiejętności matematycznych. Doktorant wykazał te cechy, współpracując skutecznie i owocnie z Opiekunami swojej pracy, posiadającymi ugruntowaną pozycję naukową w tej dziedzinie. Przedstawione publikacje dotyczą nie tylko zagadnień związanych z równaniami bilansu populacji, lecz także różnych aspektów procesu agregacji cząstek ciała stałego zawieszonych w cieczy. Uważam, że można było nawiązać do agregacji w tytule rozprawy, tym bardziej, że Autor wspomina o tym w streszczeniu, a dwie publikacje są głównie temu poświęcone (P2 i P4). Wszystkie artykuły oczywiście przeszły przez odpowiednie procedury recenzenckie, dlatego chciałbym skupić się na autoreferacie stanowiącym podsumowanie osiągnięć Doktoranta.

Autoreferat napisany jest dobrym językiem angielskim (szkoda, że Autor nie pokusił się o załączenie jego polskojęzycznej wersji), a omawiana tematyka przedstawiona w sposób zwarty, jasny i przystępny, z zastosowaniem wygodnego

w czytaniu formatu, co nie jest bez znaczenia w pracy recenzenta. Ta część pracy liczy 68 stron, składa się z ośmiu rozdziałów, w tym wstępu (rozdz. 1), celu i zakresu pracy (rozdz. 2) oraz spisu literatury przedmiotowej (rozdz. 8). Rozdział 3 poświęcony jest zawiesinom krzemionki i zagadnieniom ich fizykochemii. Warto zauważyć, że badania nad układami z fazą rozproszoną w postaci cząstek krzemionki mają duże znaczenie praktyczne, a zespół w którym istotną rolę odgrywał Doktorant współpracował w tym zakresie z firmą Solvay. Pracom tym poświęcone są publikacje oznaczone symbolami P2, P3 i P4. Rozdział 4 dotyczy modelowania układów dyspersyjnych ciało stałe – ciecz. Przedstawiono w nim analizę skali czasowych wykorzystywanych w procesie agregacji, elementy geometrii fraktalnej stosowanej w bardziej precyzyjnym opisie agregatów, pierwotne i wtórne zarodkowanie w zawieszynie ciało stałe – ciecz, proces dojrzewania Ostwalda – istotny dla zawiesin krzemionkowych, a także aspekty agregacji i rozpadu agregatów. Wszystkie te zagadnienia omówiono w oparciu o załączone publikacje oznaczone symbolami P3, P4, P5 i P6. Za ważne osiągnięcie uważam zaproponowaną modyfikację rdzenia agregacji prowadzącą do modelu dającego wyniki zgodne z rezultatami badań doświadczalnych (publikacje P2, P4 i P6). Zaprezentowane bardziej ogólne podejście, oparte o rozwiązanie równania konwekcji – dyfuzji sprawdziło się dobrze dla zawiesin krzemionki, lecz oczywiście ma bardziej uniwersalny charakter. W rozdziale 5, poświęconym RBP (równaniom bilansu populacji), przedstawiono w skrócie genezę tych równań, metodę momentów jako najwygodniejszą w ich formułowaniu, algorytmy stosowane przy rozwiązywaniu, a w szczególności dwie techniki numeryczne używane przez Doktoranta, mianowicie metodę kubatury Gaussa (GC) i metodę rozwinięcia w szereg Grama – Charliera. Zagadnienia poruszane w tym rozdziale są bardziej szczegółowo opisane w publikacjach oznaczonych symbolami P1 i P5. Rozdział 6 stanowi krótki komentarz do załączonych artykułów. W tej części recenzji mam trzy pytania do Doktoranta:

- Czy podejmowano próby doświadczalnej weryfikacji przedstawionych własnych modeli, stosując zawiesiny inne niż zawiesina krzemionki?
- W artykule nr 4 wspomniano, że wymiar fraktalny agregatów krzemionkowych mieści się w zakresie $D_f = 1,8 \div 2,6$, a w dalszej części stwierdzono, że w obliczeniach przyjęto $D_f = 2,4$. Na jakiej podstawie przyjęto tę wartość?

- Jak wygląda porównanie metody kubatury Gaussa z metodą opartą o rozwinięcie w szereg Grama – Charliera przy formułowaniu równań zamykających niezbędnych do rozwiązania momentowej postaci RBP?

Rozdział 7 wyszczególnia osiągnięcia mgr. inż. Grzegorza Tyla. Należy do nich przede wszystkim zaliczyć:

- opracowanie zmodyfikowanego, dającego bardziej precyzyjne wyniki obliczeń, rdzenia agregacji uwzględniającego siły hydrofobowe,
- wprowadzenie wyrażenia opisującego efektywność zderzeń opartego o charakterystyczne skale czasowe,
- wyjaśnienie nietypowego zachowania zawiesiny krzemionki w pobliżu punktu izoelektrycznego,
- opracowanie dwóch numerycznych algorytmów (jednego opartego o kubaturę Gaussa, a drugiego związanego z metodą rozwinięcia w szereg Grama – Charliera) stosowanych z powodzeniem w rozwiązywaniu RBP,
- wyznaczenie stałych szybkości adsorpcji dla krzemionki w istotnym z praktycznego punktu widzenia zakresie wartości pH.

Ostatni rozdział 8 jest spisem literatury przedmiotowej liczącym 137, w większości aktualnych i dobrze dobranych pozycji.

Podsumowując tę część recenzji **stwierdzam, że przedstawiona do oceny praca (publikacje oraz autoreferat) reprezentuje wysoki poziom merytoryczny, zajmuje się ważnymi i aktualnymi zagadnieniami z punktu widzenia zarówno teorii jak i praktyki, wnosi pierwiastki nowości w tę dziedzinę wiedzy i w ten sposób stanowi istotne osiągnięcie naukowe Doktoranta.**

Podsumowanie i wniosek końcowy

Oceniając pracę doktorską Pana mgr. inż. Grzegorza Tyla pt. „Application of Population Balance Equations for Modelling of Liquid-solid Dispersion Systems”, wykonaną w zakresie dyscypliny Inżynieria Chemiczna, stwierdzam, że spełnia ona wymogi zwyczajowe oraz formalne, stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z aktualnie obowiązującą ustawą o stopniach i tytule naukowym.

Doktorant wykazał się wystarczającą wiedzą w zakresie procesów zachodzących w układach dyspersyjnych ciało stałe – ciecz, umiejętnością formułowania równań bilansu populacji z wykorzystaniem własnej koncepcji rdzenia agregacji oraz znajomością metod numerycznych stosowanych w ich rozwiązywaniu. Podsumowując, **stawiam wniosek o przyjęcie przedstawionej rozprawy doktorskiej i dopuszczenia Pana mgr. inż. Grzegorza Tyla do publicznej obrony.**

Z poważaniem,

