

Opole 28 lipiec 2017

Dr hab. Mariusz R. Rząsa, prof. PO
Politechnika Opolska
Wydział Mechaniczny
Katedra Techniki Ciepłej i Aparatury Przemysłowej
ul. Mikołajczyka 5
45-271 Opole

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Ayoub Saoud

**pt. Algorithms for Velocity Determination Based on Spatio-Temporal
Analysis Using Electrical Capacitance Tomography Images –**

przygotowanej pod kierunkiem naukowym Promotor Dr hab. Inż.

Volodymyra Mosorova prof. PŁ

i Promotora pomocniczego dr inż. Krzysztofa Grudnia

MATERIAŁY OTRZYMANE Z POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ W CELU DOKONANIA RECENZJI

1. Pismo w sprawie uchwały Rady Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej z dnia 10 maja 2017 w sprawie dokonania recenzji rozprawy doktorskiej.
2. Rozprawa Doktorska doktoranta.
3. Umowa o dzieło.

1. Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Podstawą wydania opinii jest pismo Pana dr hab. inż. Michała Strzeleckiego profesor Politechniki Łódzkiej, Prodziekana Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej z dnia 10 maja 2017 roku.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Ayoub Saouda zawiera w części merytorycznej 75 stron bez spisów: treści, rysunków i wykazu literatury. Składa się z siedmiu rozdziałów. Pierwszy rozdział to wstęp do zagadnień poruszanych w pracy. Kolejne dwa obejmują studium literaturowe przedmiotu. Stanowi to połowę treści rozprawy doktorskiej.

Drugi rozdział został podzielony na sześć podrozdziałów, w których opisano problematykę przepływów dwufazowych i podstawy tomografii elektrycznej. Podrozdziały te zawierają bardzo pobieżną analizę zagadnień omawianych w rozprawie doktorskiej. Niejednokrotnie Autor nie porusza większości istotnych aspektów zagadnienia. Wprawdzie Autor odsyła czytelnika do wielu źródeł literaturowych, jednak brak zwrócenia uwagi na istotne elementy, powoduje że jest to zrozumiałe jedynie dla wąskiego grona specjalistów. Przykładowo autor opisuje zasadę działania tomografu rezystancyjnego, pomijając tomografię impedancyjną. Opis systemu Dual-planes został zamieszczony w podrozdziale poświęconym tomografii pojemnościowej. Jednak tego rodzaju systemy można stosować zarówno w tomografii pojemnościowej jak i rezystancyjnej i impedancyjnej. Uważam, że należało ten opis zamieścić w oddzielnym podrozdziale. W podrozdziale poświęconym rekonstrukcji autor opisuje zaledwie dwie metody rekonstrukcji, bez przedstawienia ogólnej klasyfikacji metod. Rozumiem, że Autor opisał jedynie metody które później stosuje w dalszych badaniach. Przedstawienie ogólnej klasyfikacji wraz z uzasadnieniem wyboru zastosowanych metod rekonstrukcji świadczyłoby o dobrej orientacji doktoranta w omawianym zagadnieniu. Uważam, że Autor powinien uzupełnić te informacje podczas publicznej obrony.

Rozdział trzeci dotyczy opisu znanych z literatury metod pomiaru przepływów. Autor opisuje problematykę związaną z pomiarem przepływów dwufazowych. Tytuł podrozdziału 3.2 tytuł sugeruje, że jest to przegląd metod pomiarowych stosowanych w badaniach przepływów dwufazowych. Autor ograniczył się, jednak jedynie do opisu metod tomograficznych. Podobnie jak poprzednio, brak jest przedstawienia klasyfikacji znanych metod i uzasadnienia wyboru metody.

W rozdziałach czwartym i piątym opisano wyniki badań własnych Autora. Autor głównie koncentruje się na algorytmie umożliwiającym wyznaczenie prędkości lokalnych poruszających się faz dla przepływu gaz-ciało stałe. Opracował własną metodę wyznaczania prędkości, opartą na metodzie korelacyjnej. W rozdziale piątym autor opisuje szczegółowo zasadę działania opracowanego przez siebie algorytmu. Ta część pracy zgodnie z wymaganiami ustawowymi, stawianymi rozprawom doktorskim, „stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego (...)”¹ i na tej podstawie stwierdzam, że kandydat wykazał się ogólną wiedzę teoretyczną.

W pracy brak jest wyraźnie wyartykułowanych tez pracy. Nie ma rozdziału lub podrozdziału opisującego cele i zakres pracy. Brak takich informacji znacząco utrudnia ocenę czy i w jakim zakresie Doktorant osiągnął zamierzone cele. Tezy pracy powinny być jasno przedstawione podczas publicznej obrony.

Rozdział szósty stanowi podsumowanie. Barak jest w nim wniosków Autora na temat przeprowadzonych badań. Takie podsumowanie bez własnych wniosków doktoranta znacznie utrudnia ocenę czy doktorant umie samodzielnie prowadzić badania naukowe¹.

¹ Art. 13.1. Ustawy z dnia 18 marca 2011 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Dz. U. z 2011 r. Nr 84, poz. 455, Nr 112, poz. 654, z 2012 r. poz. 1544.

2. Znaczenie podjętej tematyki

W pracy autor podejmuje się opracowania metody do wyznaczania prędkości ruch fazy rozproszonej w przepływie dwufazowym. Zagadnienie to jest bardzo istotne z punktu prowadzenia badań przepływów dwufazowych. Z uwagi na ciągły niedosyt metod badawczych umożliwiających pomiar ruchu faz w przepływie dwufazowym poszukiwanie nowych rozwiązań i metod badawczych jest jak najbardziej uzasadnione. Zastosowanie metod pomiarowych opartych na tomografii procesowej jest niewątpliwie nowoczesnym rozwiązaniem.

Autor w pracy opracował oryginalną metodę wyznaczania prędkości ruchu fazy rozproszonej. Metoda ta jest oparta na korelacji obrazów z dwóch tomografów pojemnościowych, zamocowanych na rurociągu. Metody korelacyjne są znane od wielu lat, jednak ich aplikacje i modyfikacje, mogą stanowić element nowości. Obecnie, korelacja obrazowa jest dziedziną, która bardzo szybko się rozwija. Uważam, że opracowywanie kolejnych metod pomiarowych, opartych na korelacji obrazowej przyczyni się do dalszego rozwoju tej gałęzi metod pomiarowych.

Na tej podstawie stwierdzam, że podjęta tematyka jest uzasadniona i może stanowić temat rozprawy doktorskiej.

3. Cele pracy i hipotezy badawcze

Pomimo tego, że w pracy brak jest rozdziału lub podrozdziału w którym Autor jasno i zwięźle definiuje cele i zakres pracy, to czytając uważnie całą treść pracy czytelnik może dostrzec hipotezy badawcze oraz ich uzasadnienie. Autor rozwiązuje istotny problem badawczy. Rozwiązuje określone cele i wyciąga wnioski. Brak jednak jasno sprecyzowanych tez znacząco obniża poziom tej pracy. Praktycznie uniemożliwia recenzentowi oceną na ile i w jakim zakresie autor osiągnął założone tezy. W związku z tym oceny w jakim stopniu zostały osiągnięte cele pracy mogą dokonać jedynie w sferze przypuszczeń.

4. Część teoretyczna i przegląd literatury

W części teoretycznej pracy Autor dokonuje przeglądu literatury dotyczącej omawianego zagadnienia, zwraca szczególną uwagę na elementy bezpośrednio związane z tematyką rozprawy doktorskiej. Wyczerpująco zostały omówione zagadnienia dotyczące tomografii pojemnościowej. Autor cytuje bardzo wiele aktualnych pozycji literaturowych. Świadczy to o dobrym przygotowaniu teoretycznym Autora do rozwiązania podjętego w pracy problemu badawczego. Autor cytuje znacznie mniej literatury i skąpo opisuje problematykę związaną z metrologią przepływów dwufazowych. Wyraźnie można dostrzec, że jest to obszar, którym znacznie mniej się zajmował. Dostrzegalne są również braki, wymagające uzupełnienia. Można przyjąć iż Autor jest specjalistą z zakresu informatyki i tomografii procesowej, więc tego rodzaju braki nie wpłyną znacząco na jego końcową ocenę.

W części poświęconej metrologii przepływów dwufazowych, zdecydowanie brakuje informacji na temat metod nie opartych na tomografii procesowej. Tym samym, brak jest wskazania zalet metod tomograficznych. Uważam, że tego rodzaju analiza uzasadniałaby celowość podjętej tematyki pracy, a Autor wykazałby iż może być uznany za specjalistę zakresu metrologii przepływów dwufazowych. Brak takiej analizy powoduje, że wartość i wkład Autora, może docenić jedynie wąska grupa specjalistów.

² Dziubiński M., Prywer J. *Mechanika płynów dwufazowych*; WNT, Warszawa 2010

5. Część formalna rozprawy doktorskiej

Część formalna rozprawy nie budzi większych zastrzeżeń. Układ pracy jest poprawny oraz jest napisana zrozumiałym językiem. Autor stosuje poprawną nomenklaturę techniczną. Stosuje również, poprawne jednostki układu SI. Wzory są prawidłowo opisane. Wykresy posiadają prawidłowo opisane osie, a drobne błędy redakcyjne (np. rys.4.19) nie mogą świadczyć o braku umiejętności Autora w tym zakresie.

Autor w pracy przyjął sposób cytowania literatury bez numeracji. Powołuje się na określoną pozycję literaturową poprzez podanie nazwiska autora i roku wydania. Tego rodzaju sposób cytowania jest dopuszczalny, jednak w takim przypadku wykaz literatury najczęściej jest porządkowany alfabetycznie. Należy zaznaczyć, że Autor tylko część wykazu literatury porządkuje alfabetycznie. Nie jest dla mnie zrozumiałe dlaczego uporządkowanie takie nie dotyczy całego wykazu literatury. Mogę to jedynie wytłumaczyć brakiem należytej staranności.

Spis rysunków jest zrobiony poprawnie, nie mam uwag do tej części pracy. Natomiast na rysunkach z algorytmami, Autor nie stosuje obowiązujących w Polsce zasad rysunku technicznego.

Podsumowując ocenę tej części pracy, uznaję ją za poprawną, a dostrzeżone błędy nie utrudniają znacząco zrozumienie oraz nie powodują znacznego obniżenia czytelności pracy.

6. Metodyka badań

Przyjęta przez Doktoranta metodyka badań jest odpowiednia do realizacji tematu. W rozdziale czwartym Autor, opisuje podstawy matematyczne opracowanego przez siebie algorytmu. Algorytm ten, polega na wyznaczeniu środka masy mieszaniny dwufazowej. Następnie, na podstawie obserwacji ruchu środka masy, określa się wektor prędkości. Wektor ten, opisuje zarówno kierunek, zwrot, jak i kąt obrotu środka masy względem osi wzdłuż ruchu mieszaniny dwufazowej. Rozwiązanie to pozwala nie tylko określić prędkość mieszaniny wzdłuż rurociągu, ale również jej rotację wokół osi rurociągu. Stanowi to nowatorskie rozwiązanie, nietypowe w zastosowaniu do opisu ruchu mieszaniny dwufazowej.

Uważam, że informacje zawarte w rozdziale piątym powinny znaleźć się przed podrozdziałem 4.2, ponieważ w tym podrozdziale, Autor powołuje się na wyniki badań. W rozdziale piątym znajduje się wiele informacji, które wyjaśniają szczegóły przeprowadzonych badań. Taki układ powoduje dezorientację podczas czytania.

Algorytm został zweryfikowany eksperymentalnie na podstawie specjalnie przygotowanego fantomu. Jest to poprawna i często stosowana procedura weryfikacji metod tomograficznych. Jednak, zastawanie fantomu o w miarę jednorodnej koncentracji fazy stałej, nie w pełni weryfikuje opisaną metodę. W dalszej części tego rozdziału Autor, przedstawia wyniki z eksperymentu ruchu frakcji stałej w rurociągu pionowym. Jednak nie przedyskutował błędów metody pomiarowej wynikającej z nierównomiernego rozkładu koncentracji fazy stałej.

Dobłą praktyką jest, że w pracach poświęconych zagadnieniom pomiarowym i metrologicznym, przeprowadza się analizę niepewności pomiaru lub dyskusję nad błędami pomiaru. Uważam, że informacje na temat jakiego rzędu błędy pomiarowe występują w tej metodzie, Autor powinien przedstawić podczas publicznej obrony.

7. Analiza wyników badań

W pracy Autor analizuje wyniki badań eksperymentalnych. Zwięźle i czytelnie przedstawia rezultaty swoich badań. Przedstawia analizę otrzymanych rezultatów w postaci wykresów i obrazów rekonstrukcji. Poprawnie interpretuje otrzymane rezultaty.

Pewne moje wątpliwości budzi jednak fakt, że praca kończy się podsumowaniem, w którym nie wiele jest wniosków końcowych. W związku z tym nie można jednoznacznie ocenić stopienia przygotowania autora do samodzielnego prowadzenia badań naukowych i Jego umiejętności interpretacji wyników.

Biorąc pod uwagę, że w treści pracy jest przeprowadzona analiza wyników badań, a jedynie brak jest wniosków końcowych, można domniemywać, iż Autor posiada umiejętności samodzielnej oceny wyników badań i formułowania wniosków.

Uważam, że tę umiejętność autor powinien zaprezentować podczas publicznej obrony.

8. Uwagi merytoryczne

1. W rozdziale 2.4 zatytułowanym Multiphase Flow Regimes Autor opisuje dwa typowe profile prędkości (laminarny i turbulentny). Tego rodzaju podział ma zastosowanie do przepływów jednofazowych. W przypadku dwufazowych, występuje jedynie w szczególnych warunkach. W przepływach dwufazowych powszechnie stosowana jest analiza prędkości każdej z faz. W literaturze opisanych jest wiele struktur przepływu dwufazowego. Rodzaj struktury zależy między innymi: od parametrów reologicznych fazy ciągłej, kierunku przepływu, udziału poszczególnych faz raz ich prędkości. Dlatego najczęściej w opisie takich przepływów stosuje się mapy przepływu a nie profile. Autor powinien rozwinąć to zagadnienie, gdyż jest ono niezwykle ważne w omawianym temacie.

2. Na rysunkach 5.3 -5.5 Autor, nie stosuje oznaczeń zgodnych z obowiązującymi w Polsce zasadami rysunku technicznego.

Na przykład:

Jest  powinno być 

Dotyczy to także oznaczenia bloku „Stop” oraz występuje brak oznaczenia niektórych strzałek.

3. Wzór 4.1 jest prawidłowy pod warunkiem, że wartość l_{ij} jest funkcją gęstości. Autor powinien wyjaśnić jak wyznaczono tą wartość.
4. Autor w pracy opisuje metodę pomiarową oraz przedstawia przykładowe wyniki badań jednak brak jest analizy błędów opisanej metody.
5. Nie jasne jest dla mnie określenie „a CCD camera installed next to the transparent pipie” które Autor wielokrotnie używa w treści rozdziału 4.2.3. Jeśli wyniki z kamery są w jakiś sposób porównywane z wynikami w tomografu pojemnościowego, to jak to zrobiono. Ponieważ wyniki z dwóch urządzeń pomiarowych nie dotyczą tego samego przepływu, a jedynie mogły być wykonane dla tych samych warunków. Proszę to wyjaśnić.
6. Jest bardzo niewiele wniosków końcowych, które świadczyłyby o umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Autor jedynie ograniczył się do podsumowania swojej pracy. Proszę to omówić.

7. Uwagi szczegółowe

1. Bardzo nieczytelny jest opis pod rysunkiem 3.1. „a) for pixel (15,16)”. Brak wyjaśnienia w tekście co oznacza „(15,16)” powoduje, że zapis ten jest nieczytelny. Bardzo podobne oznaczenie znajduje się na rysunku 4.16
2. Na Rys. 4.1 brak jest oznaczenie części a) i b).
3. Wykaz literatury jest tylko częściowo uporządkowany alfabetycznie.
4. Autor w pracy nie ustrzegł się drobnych błędów edycyjnych, jednak nie mają one wpływu na czytelność pracy.
5. W pracy nie podano parametrów kamery CCD, co przy prędkościach ruchu fazy stałej ponad 5 rad/s może być bardzo istotne.
6. Komentarz do rysunku 4.10 zawiera wiele elementów, które są dopiero wyjaśnione w kolejnym rozdziale pracy. Powoduje to pewną dezorientację podczas czytania tego fragmentu pracy.
7. Brak jest spójności oznaczeń lub ich wyjaśnienia w niektórych wzorach. Np. N^k wzór 3.8 i N^k wzór 3.10.

8. Konkluzja końcowa

Analiza całości recenzowanej rozprawy doktorskiej mgr inż. Ayouba Saouda pozwala na stwierdzenie, że stanowi ona interesujące rozwiązanie problemu badawczego w nietrywialnym obszarze metrologii. Pod tym względem oceniam tą pracę jako dobrą w obszarze praktycznego podejścia i dostatecznym w obszarze teoretycznym.

Dokonując oceny całości pracy, pragnę jednoznacznie wyrazić opinię, iż stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Z treści pracy wynika, że Autor posiada umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

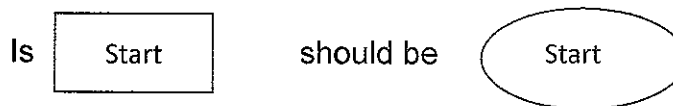
Stwierdzam, iż recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska mgr inż. Ayouba Saouda pt. „Algorithms for Velocity Determination Based on Spatio-Temporal Analysis Using Electrical Capacitance Tomography Images”, spełnia minimum warunków stawianych tego typu opracowaniom i wnoszę do Rady Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Man'ur R. R2439

1. Substantive comments in English

1. In Chapter 2.4, entitled Multiphase Flow Regimes, the author describes two typical speed profiles (laminar and turbulent). This kind of division is applicable to single-phase flows. In the case of two-phase occurs only under specific conditions. To describe two-phase flows, is common to analyze each phase separately. Many biphasic flow structures are described in the literature. The type of structure depends, inter alia: on the rheological parameters of the continuous phase, the direction of flow, the share of the individual phases at their speed. Therefore, the most in the description of such flows flow map is used instead of profiles. The author should elaborate on this issue as it is extremely important in this topic. W rozdziale 2.4 zatytułowanym Multiphase Flow Regimes
2. In Figures 5.3 -5.5 the Author does not use markings in accordance with the principles of drawing drawings in Poland.

For example:



This also applies to the "Stop" block designations.

3. The formula 4.1 is valid provided that the value of l_{ij} is a density function. The author should explain how this value was determined.
4. The author describes the measurement method and describes the test results. However, there is no error analysis of the described method.
5. It is not clear to me, the term "a CCD camera installed next to the banner pipi" which author repeatedly uses the content of the chapter 4.2.3. If the results from the camera are in some way compared to the results in the capacitive tomograph, how was that done? As the results of these two measuring devices have not been received at the same time, and could only be made for the same conditions. Please explain it.
6. There are very few conclusions which would demonstrate the author qualified to conduct independent research. The author only confined himself to summarizing his work. Please discuss this

2. Specific comments in English

1. Difficult to understand is described in Figure 3.1. "A) for pixel (15,16)". No explanation in the text which means "(15,16)". This makes the record unreadable. A very similar designation is in Figure 4.16
2. In Fig. 4.1 there is no indication of parts a) and b).
3. The literature list is only partially alphabetically ordered.
4. The work includes minor editing errors, but they do not affect the readability of work.
5. The CCD camera parameters are not specified in this work. Due to the speed of movement of the solid phase of more than 5 rad / s can be very important.
6. Comment to Figure 4.10 contains many of the elements that are just explained in the next chapter. This causes some confusion when reading this piece of work.
7. There is no consistency in the designations or their explanations in some formulas. Eg N^k in formula 3.8 and N^K in formula 3.10.

Mariusz R. Rzeszy