

Dr hab. Jan Masajada
Katedra Optyki i Fotoniki
Politechnika Wrocławska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

Wrocław 10 .10.2018

RECENZJA

**Rozprawy doktorskiej
mgr inż. Klaudi Dradrach**

**Wiry Fotoniczne –
Generowanie i Właściwości**

Uwagi ogólne

Rozprawa doktorska mgr inż. Klaudii Dardarch ma charakter eksperymentalny. Język rozprawy jest na ogół poprawny. Zdarzają się jednak dość liczne niezręczności i nieścisłości językowe, z których wymieniam kilka przykładowych.

Na stronie 9 u góry czytamy: „.....bardziej prawdopodobne wydaje się być odbicie wiązki o λ_1 ”

Na stronie 9 w ostatnim akapicie sekcji 2 czytamy: „Dla przykładu, nie dostarczono komentarza dotyczącego.....”.

Podpis rysunku 16 na stronie 44 zaczyna się od słów: „to zdjęcie ciekłego kryształu...”.

Poważnym mankamentem redakcyjnym jest brak numeracji wzorów, co jest ogólnie przyjętym obyczajem w tekstach naukowych. Utrudnia to odwoływanie się do poszczególnych wyrażeń, choćby na potrzeby niniejszej recenzji.

Uwagi powyższe nie obniżają wartości merytorycznej pracy, i w małym stopniu obniżają ocenę jej strony redakcyjnej. Poza powyższymi uwagami, strona redakcyjna pracy nie budzi wątpliwości. Praca napisana jest przejrzysto, rysunki są czytelne.

Szczegółowe omówienie i ocena treści rozprawy

Część I

Część I zawiera wprowadzenie do tematyki pracy, sformułowanie problemu badawczego oraz określenie celu pracy.

Część II

Część II przedstawia stan wiedzy. Ponieważ dziedzina jest obszerna autorka starała się przedstawić tą jej część, która jest istotna dla przedstawionych w rozprawie badań, pomijając również wiedzę, którą można uznać za podstawową dla specjalistów z tej dziedziny badań. Ta taktyka wydaje się jedynie rozsądną. Jednak jej realizacja do prostych nie należy i uważam, że autorce miejscami nie udało się jej sprostać. Rozdział trzeci czyta się źle. Ma ona charakter na wpół opisowy i na wpół encyklopedyczny. Zawiera mocno skondensowaną wiedzę na temat równań dynamiki cieczy, i nie ma w niej podkreślenia tych wyrażeń, które są wykorzystywane w dalszej części pracy, co o tyle nie jest zaskakujące, że autorka z nich nie korzysta. Nadto wzory zawierają błędy. Przykładowo, autorka definiuje operator Stokesa D_t

$$D_t = \partial_t + \mathbf{u} \cdot \nabla$$

A następnie zapisuje równanie z użyciem tego operatora, które zwiera dodatkowy człon nie wynikający z definicji.

$$D_t \mathbf{u} = \mathbf{u}_t + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} + \frac{\nabla p}{\rho} = 0$$

Rozdział piąty ma tytuł: „Zjawiska transportu w skali molekularnej: procesy dyfuzji”. Natomiast poświęcony jest równaniem zapisanym w skali makro. Słowem tytuł nie oddaje treści. Na stronie 17 u góry czytamy: „z równania wiemy”. Niestety nie wiemy z jakiego równania wiemy.

Część III

Część III zawiera wyniki uzyskane przez doktorantkę. Zaczyna się od rozdziału 8, który zawiera wstępny opis przeprowadzonych badań. Doktorantka wymieniła i krótko scharakteryzowała materiały, na których zostały przeprowadzone badania. Są to:

- 4-pentylo-4'-alkoksyazobenzen, który jest materiałem fotochromowym
- chlorowoderek rozaniliny (fuksyna), która ma dobrze dopasowaną linie absorpcji do długości fali użytek światła.
- para nitroanilina (cząsteczka solwatochromowa)
- mieszanina izotiocyjaninów.

Tabela 3 zawiera wybrane własności dwóch pierwszych materiałów, z pominięciem dwóch ostatnich, nieco ku zaskoczeniu czytelnika. Dopiero w następnym rozdziale czytamy, że brak jest danych literaturowych na ten temat.

W końcowej części autorka omawia dwa rodzaje celek eksperymentalnych - otwartą i zamkniętą, oraz sposoby oświetlania próbek wiązką laserową generującą wiry optyczne i światłem obrazującym stan próbki.

Rozdział 9

Rozdział 9 zawiera główne wyniki badań i z punktu widzenia oceny wartości merytorycznej pracy jest tu najważniejszy.

Punkt 9.1.

Zawiera wyniki badań nad działaniem wiązki lasera na kroplę materiału oznaczonego jako 5-AB-01. Autorka obserwowała tworzenie się wiru, co jest interpretowane jako działanie efektu Marangoniego. Zbadała również ruch cząsteczek w strukturze wiru oraz obserwowała charakterystyczną separację faz po dodaniu do próbki wody lub alkoholu. Ciekawą obserwacją była reakcja powierzchni międzyfazowej (granica ciecz-gaz) pod wpływem działania wiązki laserowej oraz wyciąganie cząsteczek barwnika z rozpuszczalnikiem do fazy gazowej. Podany został również sposób szacowania objętości tak utworzonej kropli. Rachunki tej jednak nie zostały powiązane z żadnymi konkretnymi wnioskami.

Punkt 9.2

Zawiera wyniki badania prędkości pęcherzyka powietrza i mikro cząstek w objętości badanej cieczy. Pierwszy akapit jest tu dobrym przykładem niezręczności w redakcji tekstu. Autorka pisze: „podczas napełniania komórki w tej mieszaninie wytworzył się pęcherzyk powietrza”. Z dalszego tekstu wynika, że śledzono ten pęcherzyk w celu określenia prędkości wirowania cieczy w wirze. Tekst sprawia wrażenie jakby całość badań przeprowadzono na jednej próbce, w której tak się szczęśliwie złożyło, że wytworzył się jeden pęcherzyk powietrza. Z dalszej lektury można się domyślić (ale nie jest to jawnie wypowiedziane), że przedstawione wnioski wyciągnięto dla większej liczby prób. Jeżeli tych prób było, jak mam nadzieję więcej, to należałoby to podkreślić pisząc na przykład: „podczas napełniania komórek w mieszaninie wytwarzały się pęcherzyki powietrza”.

Doktorantka w zasadzie nie porusza kwestii ilości prób, które stoją za poszczególnymi wynikami. Nie chodzi nawet o ich dokładne zliczenie, dla każdego eksperymentu, ale zgrubne określenie tej liczby dla grup pomiarów byłoby cennym uzupełnieniem pracy. Recenzent może ufać, że prób było wystarczająco dużo, aby uznać obserwowane zjawiska za typowe dla danych warunków. Można się oczywiście pośrednio domyśleć z tekstu, że badania prowadzone były rzetelnie, ale nie powinno być to kwestią domysłów.

W tym samym rozdziale na stronie 53 czytamy: „Badany był roztwór fuksyny w etanolu..” Problem polega na tym, że zdanie to czyta się jak kontynuację opisu poprzedniego eksperymentu. Słowem czytelnik oczekuje, że jest to dalszy ciąg śledzenia trajektorii pęcherzyka, tylko że w innej cieczy. Dopiero po paru następnych zdaniach, orientuje się, że tekst dotyczy innego eksperymentu. Niewielka zmiana konstrukcji zdania, na przykład na „ W innym eksperymencie, badany był roztwór fuksyny w etanolu...” uczyniłaby tekst bardziej przyjaznym dla czytelnika.

O wartości tej części rozprawy stanowi głównie opracowanie techniki śledzenia przepływu cieczy w wirach fotonicznych, a następnie określenie cech tego przepływu w zależności od wybranych parametrów. Przykładowo eksperyment określający relację między mocą lasera a prędkością wirowania cząstek pozwala na określenie liczby kryterialnej Pecleta oraz wnioskowanie na temat

mechanizmu transferu ciepła. Zgodnie z moją wiedzą obserwacje i wnioski wynikające z prowadzonych badań nie są lub są opisane w literaturze.

Punkt 9.3

Ta część zawiera opis oryginalnych doświadczeń nad zachowaniem się powierzchni międzyfazowej przy oświetleniu jej sąsiedztwa wiązką lasera. Zbadano amplitudę wygięcia powierzchni w funkcji grubości komórki (badania prowadzono w komórce zamkniętej), od amplitudy wiązki oraz od parametrów fizykochemicznych cieczy. Nieoczekiwany wyniki przedstawiony jest na wykresie (9), z którego wynika, że maksimum wygięcia nie wypada dla roztworu o maksymalnym współczynniku napięcia powierzchniowego. Doktorantka wysunęła w związku z tym hipotezę o istotnej roli zmian tarcia wewnętrznego na obserwowany efekt. Ponownie mamy tu do czynienia z obserwacją nowych złożonych efektów, a przez to trudnych do dokładnego ilościowego zbadania. Pomiar przeprowadzone przez doktorantkę należy uznać jako otwarcie tematu a nie jego zbadanie. Nie jest to zarzut, gdyż wskazywanie nowych i ciekawych efektów jest istotną częścią pracy naukowej

Punkt 9.4

W tym punkcie przedstawione zostały wyniki badań nad prędkością wirowania cząstek w otwartych komórkach.

Punkt 9.5

Zawiera ciekawe wyniki związane z obserwacją tzw. kropli wewnętrznej. Zbadano jej powstawanie i zachowanie przy różnych parametrach. Kropla wewnątrz zachowuje swoją strukturę nawet wówczas gdy wiązka laserowa zostanie odsunięta (po jej uformowaniu) na odległość rzędu trzech jej średnic. Tak osierocona kropla wędruje w kierunku odsuniętej wiązki laserowej zachowując swój kształt. Pokazuje to, że efekty oddziaływania wiązki laserowej sięgają wyraźnie poza zasięg samej wiązki. Przy większych odległościach między odsuniętą wiązką a kroplą, kropla ulega dezintegracji, a w miejscu wiązki formuje się nowa kropla.

Punkt 9.6

W tej części autorka przedstawia potencjalne zastosowania praktyczne dla wirów fotonicznych. Ciekawą propozycją jest tworzenia małych pęcherzyków gazu, w cieczy, w której można wygenerować wir fotoniczny. Tworzenie się pęcherzyków gazu o objętościach rzędu kilkudziesięciu pikolitrow jest wymagającym zagadnieniem technicznym. Zaproponowana metoda jest prosta, pozwala na kontrolę rozmiarów pęcherzyka, przez co zasługuje na szerszą uwagę. Jej wadą jest ograniczenie jej zastosowania do cieczy, w których możemy generować wiry fotoniczne. Metoda jest przedmiotem patentu zgłoszonego przez doktorantkę. Podkreślę tu raz jeszcze, że uważam że jest to ciekawe i potencjalnie wartościowe osiągnięcie. Wypowiadam się tu z pozycji osoby, która w swej karierze miała epizod związany z walką o wytworzenie bardzo małych pęcherzyków gazu. Jest to bardzo trudna sztuka.

Następnym zastosowaniem jest mieszanie oraz przemieszczanie cząstek w objętości ciekłego kryształu, która jest również przedmiotem patentu. Ostatnim zastosowaniem jest dzielenie kropli cieczy, oraz przesuwanie kropli cieczy.

Wskazane zastosowanie traktuje jako propozycje, wstępnie przetestowane eksperymentalnie, do dalszych prac w kierunku uczynienia ich w pełni funkcjonalnymi technikami. Tak „zaczątkowość” nie jest w moim odczuciu zarzutem niepełności prezentowanych wyników. Współczesna technologia ma

to do siebie, że przejście od przetestowanej propozycji do gotowej techniki wymaga miesięcy jeżeli nie lat pracy, nad szeregiem detali.

Rozdział 10.

Rozdział 10 zawiera podsumowanie rozprawy

Część IV

Część IV zawiera załącznik z wynikami wartościowych badań uzupełniających, dotyczących reakcji fotochemicznych zachodzących w roztworze paranitroaniliny.

Podsumowanie:

Przedstawiona rozprawa doktorska przedstawia szereg prac eksperymentalnych w zakresie oddziaływania wiązki laserowej na ciecz. Doktorantka skupiła się na tych cieczach, w których można wygenerować wiry fotoniczne. Przedmiot badań jest trudny ze względu na złożoność zachodzących procesów. Lektura pracy wskazuje, że prowadzone badania miały charakter poszukiwania interesujących lub charakterystycznych efektów, co jest zrozumiałe przy badaniu złożonych zjawisk, na temat których istnieją nieliczne doniesienia w literaturze fachowej. Choć trudno jest uznać pracę za przełomową uzyskane wyniki niewątpliwie pogłębiają naszą wiedzę na temat wirów fotonicznych i ich potencjalnych zastosowań.

Zaprezentowany materiał wskazuje na ciekawy i dojrzały warsztat pracy doktorantki. Wyniki eksperymentów odbieram jako godne zaufania, czyli takie, które są typowe dla danej próbki.

Praca wsparta jest dwoma artykułami w wysoko punktowanych czasopismach z Listy Filadelfijskiej. Dorobek doktorantki prezentowany był na siedmiu konferencjach. Z części aplikacyjnej zostały zgłoszone dwa patenty.

Konkluzja

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska, w świetle obowiązującej ustawy o tytule naukowym i stopniach naukowych, spełnia wynikające z tejże ustawy kryteria i może być podstawą do ubiegania się o stopień doktora nauk technicznych. Wnoszę o dopuszczenie rozprawy do obrony publicznej

Jan Masajuk