

dr hab. inż. Adam Januszko, prof. WAT
Wydział Nowych Technologii i Chemii
Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

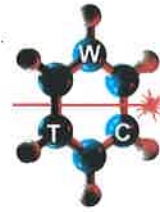
Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr Agaty Anczykowskiej

nt. *„Optymalizacja struktur ciekłokrystalicznych stosowanych jako aktywne elementy optyczne w holograficznym przetwarzaniu informacji”.*

Recenzowana rozprawa doktorska zawiera obszerny zbiór wyników badań naukowych zrealizowanych na Wydziale Chemii Politechniki Wrocławskiej przez mgr Agatę Anczykowską pod opieką promotora, prof. dr hab. inż. Stanisława Bartkiewicza. Rozprawa zawiera materiał realizowanych badań stosowanych, mieszczących się w zakresie nauk technicznych. Obserwowany w ostatnim dziesięcioleciu szeroki zakres prac naukowych nad nowymi materiałami i technologiami w skali *nano*, prezentowany również w recenzowanej rozprawie doktorskiej, świadczy o jej aktualności i wysokim poziomie naukowym. Rezultaty pracy zawierają również aspekt ich praktycznego zastosowania, co w ostatnich latach również w Polsce, zaczyna odgrywać istotne znaczenie.

Rozprawa Doktorska podzielona jest na cztery główne rozdziały, w skład których wchodzi podrozdziały. We wstępie (Rozdział I) Doktorantka przedstawia uzasadnienie podjęcia tematu badawczego oraz jego główne cele. Istotną wartością pracy jest potwierdzenie otrzymanych wyników eksperymentalnych opracowanym modelem matematycznym.

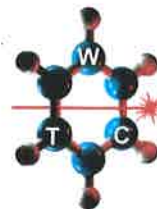
Opis zjawisk wykorzystywanych w procesie holograficznego przetwarzania informacji optycznej, przedstawiony w rozdziale II zatytułowanym „Teoria”, zawiera zbiór podstawowych praw oraz odniesienia do fachowej literatury. Przedstawia on opis zjawiska fotorefrakcji oraz podstawy holografii jak również opis hybrydowych struktur ciekłokrystalicznych wraz z metodami modelowania matematycznego. Powyższy rozdział zajmuje 1/3 część Rozprawy i stanowi doskonały fundament do analizy wyników eksperymentalnych, opisanych w rozdziale III zatytułowanym „Eksperyment”. Badania struktur typu gość-gospodarz w układach ciekłokrystalicznych są znane od kilku dziesięcioleci, lecz „gościem” najczęściej był barwnik w postaci organicznego materiału z grupy antrachinonów lub azowiązków, charakteryzujący się



przejściem izomerycznym *cis-trans*. Prace nad wykorzystaniem nanocząstek jako domieszek układów ciekłokrystalicznych są relatywnie świeże i interesujące, głównie w aspekcie zastosowania takich układów w holograficznej metodzie przetwarzania informacji optycznej (opisanej w rozdz. 3.5). Przedstawiono w pracy dwa sposoby umieszczenia nanocząstek w układzie ciekłokrystalicznym: 1) w postaci warstwy wewnątrz panelu ciekłokrystalicznego; 2) w postaci domieszki w objętości ciekłego kryształu. Ten drugi sposób niesie ze sobą zagrożenie występowania procesu sedymentacji i agregacji, o której Doktorantka jedynie wspomniała (str.43). Zastosowane komercyjnie dostępne nanocząstki złota, które cyt. „zostały pokryte polimerową otoczką gwarantującą długotrwały stan dyspersji w rozpuszczalnikach organicznych”. Doktorantka nie tłumaczy, w jaki sposób nanocząstki zsyntezowane na Politechnice Wrocławskiej zostały zabezpieczone w celu ograniczenia tego niekorzystnego zjawiska. Mimo zgodności przedstawionego modelu (rys. 8.3) z obrazem obserwowanym pod mikroskopem polaryzacyjnym (rys. 8.4), wydaje się celowa głębsza analiza zjawiska aglomeracji nanocząstek w matrycy ciekłokrystalicznej.

Wykorzystanie dwóch eksperymentów: zdegenerowanego mieszania dwóch fal oraz badania Efektu Kerr'a, pozwoliło na określenie zarówno parametrów materiałowych jak i warunków eksperymentalnych, prowadzących do otrzymania oczekiwanych/optimalnych rezultatów. Przedstawiony w Rozdziale 8. model mechanizmu fotorefrakcji w hybrydowych układach ciekłokrystalicznych został oparty na uzyskanych wynikach eksperymentalnych i pozwolił Doktorantce na sformułowanie istotnych wniosków m.in. cyt. „prezentowane wyniki potwierdzają dużą zgodność z części eksperymentalnej... z odpowiednimi przebiegami stałych czasowych poszczególnych procesów” (str. 76). Weryfikacja otrzymanych wyników z wartościami eksperymentalnymi, daje dużą zgodność (jak twierdzi Doktorantka str. 78), lecz nie została potwierdzona analizą błędów.

Przeprowadzona analiza parametrów materiałowych (rodzaj domieszki, jej stężenie, grubość warstwy LC, rodzaj i grubość warstwy polimerowej) jak i procesowych (długość fali światła laserowego, moc wiązki laserowej, wydajność dyfrakcji, czas zapisu i kasowania) doprowadziła do określenia istotnych warunków sprzyjających uzyskaniu optymalnych rezultatów. Wytłumaczenie przyczyny wzrostu wydajności fotorefrakcji mimo zmniejszania długości fali światła laserowego, doprowadziły Doktorantkę do opracowania konstrukcji dwóch układów optycznych o dużym potencjale aplikacyjnym: miernika długości impulsu światła laserowego oraz miernika długości drogi koherencji wiązki laserowej. Świadczy to o jej umiejętności prowadzenia dogłębnej analizy wyników badań i wyciągania z nich wniosków oraz twórczym i kreatywnym myśleniu. Oba rozwiązania zostały zgłoszone jako wnioski patentowe.

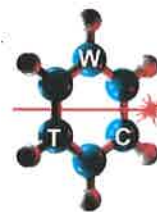


Ważnym elementem pracy jest określenie wpływu napięcia sterowania panelem ciekłokrystalicznym na wydajność badanych procesów. Wymaga wyjaśnienia stwierdzenie postawiona w Rozprawie, mówiące że „spadek wydajności (dyfrakcji) po osiągnięciu wartości granicznej 20V można tłumaczyć silnym oddziaływaniem molekuł ciekłego kryształu z obecnym w układzie polem elektromagnetycznym, które po przekroczeniu granicznej wartości napięcia jest na tyle silne że uniemożliwia zmianę orientacji molekuł ciekłokrystalicznych na skutek naświetlania” (str. 67). Niezrozumiała jest tu wprowadzona zależność pola elektromagnetycznego w układzie od granicznej wartości napięcia – należałoby ją wyjaśnić .

W Rozprawie zostało przedstawionych 86 pozycji literaturowych. Na jej tle, ilość prac współautorstwa Doktorantki: 8 prac opublikowanych, 2 zgłoszenia patentowe do UPRP oraz 9 doniesień konferencyjnych w latach 2008-2013, stanowi potwierdzenie oryginalnego rozwiązania problemu naukowego i świadczy o jej znaczącym wkładzie w ten obszar nauki. O wartości badań świadczy również fakt ich dofinansowania w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, dwóch projektów badawczych własnych ze środków NCN i jednego projektu ze środków MNiSW.

Mimo wartościowej treści zawartej w Rozprawie, Doktorantka nie uniknęła błędów i niejasnych sformułowań. Nie obniżają one wartości merytorycznego przekazu, jednak wymagają zwrócenia na nie uwagi. Wśród nich należy wymienić:

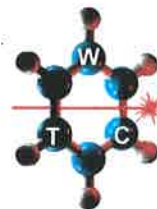
- str. 12: stwierdzenie, że „ciekłe kryształy występują wyłącznie w granicach wąskiego przedziału temperaturowego” jest nieuzasadnione – znane są związki, których zakres mezofazy znacznie przekracza 100°C;
- str. 16: opis struktury planarnej i homeotropowej jest niepoprawny: „Molekuły ciekłego kryształu wykazujące dodatnią anizotropię dielektryczną ustawiają się równoległe do linii sił pola elektrycznego, tworząc strukturę homeotropową, natomiast w przypadku anizotropii ujemnej molekuły przyjmują ustawienie prostopadłe, co prowadzi do powstania struktury planarnej”; jest dokładnie odwrotnie: dodatnia anizotropia – struktura planarna; ujemna anizotropia – struktura homeotropowa, co poprawnie ilustruje rys. 3.5;
- str. 20: „sterowanie ustawieniem molekuł LC za pomocą zewnętrznego napięcia elektrycznego” wydaje się niepoprawne – steruje się zewnętrznym polem elektrycznym lub magnetycznym; na str. 24 Doktorantka stosuje w opisie pole elektryczne;
- str. 20: rys. 3.5. przedstawia trzy podstawowe konfiguracje ustawienia molekuł w panelach ciekłokrystalicznych i przytacza odnośnik literaturowy [13], czyli prace magisterską Doktorantki,



co w żadnym stopniu nie można traktować jako najbardziej trafny wybór pracy opisującej konfigurację układów ciekłokrystalicznych; poza tym rys. 3.5c przedstawiający konfigurację „skręconego nematyka”, która nie przedstawia alternatywnej konfiguracji do „konfiguracji planarnej” z rys. 3.5.b – to wciąż jest konfiguracja planarna;

- str. 20: błędne odniesienie się do literatury [8], zapewne chodzi o pracę [7] lub [9];
- str. 23: niezrozumiały jest nagły przeskok cytowanych publikacji z [27-28] do [63-65]? Podobnie na str. 24 przeskok z [33] do [52] i ponowny powrót do numeracji chronologicznej [35] na str. 26;
- str. 28: opis osiągnięć noblisty Denisa Gabora należałoby uhonorować odnośnikiem literaturowym do prac jego autorstwa, nie pracą [45] opublikowaną w 2006r.;
- str. 33: odniesienie się w tekście do rysunku 3.5 jest błędne, raczej chodzi o rys. 4.2, który przedstawia schematycznie przesunięcie fazowe wektorów siatek;
- str. 42: stosowane w pracy materiały ciekłokrystaliczne nie są mieszaniną bifenoli lecz związków z grupy tolanów z izotiocyjanianowym podstawnikiem lateralnym;
- str. 64: błędnie odniesienie do rys. 6.1 – powinno być rys. 7.1;
- str. 69: stwierdzenie „Zapis trwałych hologramów w układzie czysto ciekłokrystalicznym nie był dotąd nigdzie obserwowany...” uważam jako niezasadne. W latach '90 były publikowane prace opisujące próby trwałego zapisu z wykorzystaniem lasera w polimerycznych materiałach ciekłokrystalicznych, chociażby prace Shibaev'a w MCLC, 243 z 1994 oraz *Polymers as Electrooptical and Photooptical Active Media*, wydane w 1996r. przed wydawnictwo Springer;
- str. 113,114: nr publikacji [39] jest użyty dwukrotnie dla opisu dwóch różnych prac;
- str. 115,116: cytowane prace [27],[28],[36] są ponownie przytaczane pod numerami [66],[68],[70], odpowiednio.

Pozostałe drobne usterki językowe i wydawnicze uważam za nieistotne, aby je przytaczać w treści recenzji.



Reasumując stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Agaty Anczykowskiej pt. „*Optymalizacja struktur ciekłokrystalicznych stosowanych jako aktywne elementy optyczne w holograficznym przetwarzaniu informacji*” stanowi dowód umiejętności samodzielnego prowadzenia badań. Praca spełnia wymagania art. 13 ustawy z dnia 14.03.2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym.

W związku z tym wnioskuję do Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie Pani mgr Agaty Anczykowskiej do dalszego etapu rozprawy doktorskiej.