

Poznań, 30 czerwca 2015 roku

Dr hab. Arkadiusz Brańka prof. IFMPAN
Instytut Fizyki Molekularnej PAN
ul. Mariana Smoluchowskiego 17
60-179 Poznań

Ocena osiągnięć dr Marioli Buczkowskiej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Pani dr Mariola Buczkowska ukończyła studia w 1998 roku na kierunku Fizyka Techniczna na Wydziale Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej gdzie uzyskała stopień magistra inżyniera. Stopień doktora nauk fizycznych został nadany Pani Buczkowskiej uchwałą Rady Wydziału Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej w roku 2004 za pracę pod tytułem „*Numeryczne badania zjawisk fleksoelektrycznych w wybranych układach ciekłokrystalicznych*”. Promotorem rozprawy doktorskiej był dr hab. Grzegorz Derfel.

Kariera zawodowa Pani Buczkowskiej związana jest ściśle z Instytutem Fizyki Politechniki Łódzkiej, w którym rozpoczęła pracę jeszcze jako studentka na stanowisku pracownika technicznego w roku 1998. Następnie pracowała na stanowisku asystenta stażysty i asystenta. Po doktoracie, od roku 2005 do chwili obecnej, zatrudniona jest na stanowisku adiunkta.

Dnia 25 lutego 2015 roku dr Mariola Buczkowska złożyła wniosek do Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka. Jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego, dr Mariola Buczkowska przedstawiła cykl siedemnastu publikacji zatytułowany „*Wpływ właściwości fleksoelektrycznych na odkształcenia pola direktora w warstwach ciekłych kryształów nematycznych*”. Do wniosku dołączone zostały oświadczenia współautora publikacji oraz autoreferat. W autoreferacie zawarte zostało krótkie omówienie celu naukowego osiągnięcia, podsumowanie zastosowanych metod badawczych i otrzymanych wyników, dane parametryczne oraz podsumowanie dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego habilitantki.

Przedmiotem oceny są: 1) cykl 17 publikacji wskazany przez habilitantkę jako osiągnięcie naukowe w myśl art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki; 2) aktywność naukowa, która obejmuje cały dorobek naukowy, a także dorobek dydaktyczny, popularyzatorski oraz współpracę międzynarodową habilitantki.

Ocena osiągnięć została przeprowadzona zgodnie z wytycznymi rozporządzenia MNiSW z dnia 1 września 2011 r. (Dz. U. Nr 196, poz. 1165), rozp. MNiSW.

Ocena osiągnięcia naukowego

Na cykl publikacji stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego składa się 17 powiązanych tematycznie, oryginalnych prac naukowych opublikowanych w czasopismach specjalistycznych, znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR). Prace opublikowane zostały w okresie dziesięciu lat (w latach 2005-2014) i oznaczone zostały literą B z numerami od 1 do 19 z wyłączeniem [B3], [B6]. W czterech pracach dr Buczkowska jest jedynym autorem, pozostałe 13 prac to prace wspólne z dr hab. G. Derfelem, w pięciu z nich habilitantka jest pierwszym autorem, a w sześciu jest autorem korespondencyjnym. Większość prac opublikowana została w czasopismach specjalistycznych z dziedziny ciekłych kryształów – osiem w *Liquid Crystals* i dwie w *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. Trzy prace opublikowane zostały w *Opto-Electronics Review* (OER), dwie w *Journal of Applied Physics*, jedna w *Journal of Chemical Physics* i jedna w *Applied Physics Letters*. Są to w dużej mierze czasopisma o określonej i uznanej randze. Impact factor (IF) publikacji jest zróżnicowany od 0,58 do 3,515, a średnia wartość IF na pracę wynosi 1,72. Niewątpliwie charakterystyka wskaźnikowa cyklu publikacji wypada pozytywnie. Również sumaryczna liczba cytowań prac, która wynosi około 90, wydaje się być znaczna. Po uwzględnieniu jednak autocytowań liczba ta redukuje się do mniej niż 20 (średnio jedno cytowanie na pracę) co wskazuje na względnie mały jak do tej pory oddźwięk prac cyklu w literaturze. Mała liczba lub brak cytowań może być zrozumiałą w przypadku niedawno opublikowanych prac.

Z oświadczeń współautora oraz załącznika nr 3 materiałów postępowania habilitacyjnego wynika, że habilitantka miała dominujący wkład w powstanie cyklu publikacji. Warto odnotować, że deklarowany udział procentowy dr M. Buczkowskiej jest bardzo wysoki: w dziesięciu pracach wynosi on siedemdziesiąt i więcej procent, a w pozostałych trzech nie jest mniejszy niż 50 procent. Wyraźnie też widać, że konwencja pierwszego autora nie we wszystkich tych pracach została zastosowana.

Celem badawczym rozprawy było określenie możliwych zmian pola директора w warstwach nematycznych wywołanych polem elektrycznym. Kontrolowanie odkształceń директора w ciekłych kryształach nematycznych ma kluczowe znaczenie dla ich zastosowań i stanowi ważny obszar badań podstawowych. Na wielkość i sposób odkształcania pola директора w warstwie nematycznej ma wpływ bardzo duża liczba parametrów. W ogólności określenie ich roli jest zagadnieniem bardzo złożonym.

Habilitantka za pomocą zaproponowanego i rozszerzanego modelu warstwy nematycznej, w bardzo konsekwentny sposób, systematycznie w kolejnych pracach zbadała wpływ szeregu parametrów na odkształcenia pola директора. Szczególnie uwagę poświęciła własnościom fleksoelektrycznym z uwagi na ich znaczenie i ciągle mało poznana rolę, jaką mogą odgrywać w tworzeniu, kształtowaniu struktury i własności optoelektrycznych warstw ciekłokrystalicznych. Wskazała też na istotną rolę jonów w materiałach ciekłokrystalicznych i włączyła do opisu warstwy nematycznej równania transportu jonów.

Zaproponowany model warstwy nematycznej w swojej podstawowej postaci określony został przez układ sprzężonych równań różniczkowych na orientację директора, potencjał elektryczny i koncentrację jonów: równanie momentów sił w objętości, równanie elektrostatyczne Poissona, równanie ciągłości dla anionów, równanie ciągłości dla kationów. Warunki brzegowe modelu są zdefiniowane za pomocą kolejnych sześciu równań: dwóch równań na momenty sił na ograniczających powierzchniach oraz cztery równania opisujące

transport jonów przez kontakty elektrodowe. Udział jonów został oparty na modelu słabego elektrolitu. Przyjęte założenia i uproszczenia modelu transportu jonów (np. ta sama wartość szybkości neutralizacji i generacji) wydają się być odpowiednie i racjonalne. Układ dziesięciu sprzężonych równań (XR) rozwiązywany był za pomocą standardowych metod numerycznych algebry liniowej i metod minimalizacji (metoda Gaussa-Seidla, metoda Newtona). Parametry fizyczne warstwy uwzględnione zostały w zaproponowanym modelu w stopniu niezbędnym do uzyskania warunków bliskich realnej sytuacji w warstwach nematycznych, w szczególności za ich wartości przyjęto dane konkretnych nematyków o własnościach fleksoelektrycznych np. ciekłego kryształu MBBA. Przestrzeń parametryczna badanego problemu jest bardzo duża i obejmuje: stałe elastyczne (k_{11}, k_{33}), grubość warstwy (d), współczynniki fleksoelektryczne (e_{11}, e_{33}), składowe przenikalności dielektrycznej ($\epsilon_{\perp}, \epsilon_{\parallel}$), współczynniki ruchliwości jonów, stałą neutralizacji/generacji jonów (Kr), energie kotwiczenia na powierzchniach (W_1, W_2). Ustalane są też warunki brzegowe na potencjał (wartość napięcia, U) i temperatura. Obliczenia w większości przypadków były prowadzone dla uporządkowania homeotropowego, część badań wykonano również dla uporządkowania hybrydowego i planarnego.

Zaproponowany model, przez przyjęcie określonych wartości dla różnych zespołów parametrów i rozwiązanie układu XR, pozwala na szeroki i szczegółowy wgląd we własności warstwy nematycznej oraz na poznanie możliwych form pola direktora. Podejście to zostało zastosowane prawie we wszystkich pracach cyklu.

W pracach [B1] [B2] [B4] badane były warstwy o różnych znakach anizotropii dielektrycznej i sumy współczynników fleksoelektrycznych ($\Delta\epsilon = \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$, $e = e_{11} + e_{33}$). Przeanalizowane zostały wszystkie cztery sytuacje (+,+), (+,-), (-,+), (-,-) dla różnych wartości Kr (od elektrody silnie blokującej do elektrody przewodzącej) i dla lekko nadprogowej wartości napięcia.

W pracach [B7] i [B10] badane były deformacje wywołane dużymi wartościami parametrów: wartościami napięcia znacznie przewyższającymi napięcie progowe oraz wartościami sumy współczynników fleksoelektrycznych znacznie przewyższającymi wartości typowe. Kolejne trzy prace [B8], [B14], [B16] poświęcone zostały głównie problemowi roli energii kotwiczenia, zarówno w aspekcie jej wartości ($W = W_1 = W_2$), jak i asymetrii (W_1 różne od W_2).

W pracy [B12], w której badana była deformacja w warunkach adsorpcji jonów, równania transportu jonowego zastąpione zostały równaniami na koncentracje jonów, wynikającymi z minimalizacji energii swobodnej. Warto odnotować przeprowadzenie obliczeń w tym przypadku dla różnych grubości warstwy. Opierając się na modelu XR, zweryfikowano w [B5] metody pomiaru ($e_{11} + e_{33}$) i zaproponowano metody identyfikowania własności fleksoelektrycznych warstwy nematycznej, [B13].

W powyższych jedenastu pracach cyklu, analizowano deformacje pola direktora w oparciu o równania XR, w warunkach stałego napięcia. Szerokiej analizie poddane zostały możliwe deformacje warstwy przy zmianie różnych zestawów parametrów głównie spośród: e , $\Delta\epsilon$, Kr , W , U . Ważnymi, ogólnymi wnioskami z przeprowadzonych badań są stwierdzenia, że analiza nematyków fleksoelektrycznych zawierających jony wymaga uwzględniania zjawisk, powiązanych z transportem ładunku oraz, że własności fleksoelektryczne mogą istotnie wpływać na deformacje pola direktora. Za interesujące uważam przeanalizowanie deformacji warstwy w ekstremalnych warunkach dużych wartości pola oraz sumy współczynników fleksoelektrycznych. Jednocześnie można byłoby spodziewać się dodatkowego komentarza potwierdzającego, że w tych przypadkach wszystkie założenia modelu XR są nadal spełnione.

Innym niewątpliwie interesującym wynikiem jest pokazanie, że optyczne własności warstwy nematycznej mogą być zastosowane do wykrycia własności fleksoelektrycznych nematyka.

W kolejnych pracach cyklu badane były odkształcenia wywołane polem zmiennym [B9] oraz efekt tworzenia lub znikania deformacji wywołanych skokową zmianą pola elektrycznego [B15], [B19]. W pracach tych habilitantka odpowiednio uogólniła podstawowy układ równań XR na XR(t), uwzględniając lepkość rotacyjną i powierzchniową oraz czasowo-przestrzenną zależność zmiennych (kąta, potencjału i koncentracji jonów). W pracy [B19] (a następnie również w pracach [B17],[B18]) wzięła pod uwagę dodatkowo zjawisko przepływu nematyka i układ równań XR(t) został 'uzupełniony' o równanie Naviera-Stokesa. W badaniach określona została m.in. częstotliwościowa zależność formy odkształceń. Obliczenia pokazały, że przy dużych częstościach pola elektrycznego efekty fleksoelektryczne stają się nieistotne. Innym interesującym wynikiem jest wykazanie, iż efekty relaksacyjne, związane z włączaniem/wyłączaniem pola, mogą być jakościowo różne dla nematyka fleksoelektrycznego i nematyka pozbawionego własności fleksoelektrycznych.

W pracach [B17], [B18] habilitantka badała efekty elektrooptyczne w hybrydowych warstwach nematyków, posiadających własności fleksoelektryczne. W szczególności badała możliwość realizacji przejść między strukturami: hybrydową a planarną i hybrydową a homeotropową o różnej transmisji. Badania ujawniły kluczową rolę własności fleksoelektrycznych w realizacji przejść między takimi strukturami, ich spowalniający wpływ na szybkość przełączeń z jednej strony oraz na zwiększenie różnorodności przejść między stanami o różnej transmisji z drugiej. Podane zostały warunki i rezultaty przełączania między stanem ciemnym i jasnym za pomocą zmiany napięcia stałego, zmiany amplitudy napięcia zmiennego oraz zmiany rodzaju napięcia tj. stałego na zmienne lub odwrotnie. Obie prace wskazują na możliwy sposób wykorzystania własności fleksoelektrycznych w procesie przełączania w potencjalnych aplikacjach materiałów nematycznych.

Publikacja [B11] odbiega nieco od pozostałych, z uwagi na wymiarowość badanego układu oraz zastosowaną metodę obliczeniową. Wydaje się być ona kontynuacją wcześniejszych prac D. Krzyżańskiego i G. Derfela.

We wszystkich pracach cyklu stosowane są obliczenia numeryczne i stanowią one ważny element metodologii prowadzonych badań. W związku z tym należałoby się spodziewać bardziej wyczerpującej analizy i opisu części numerycznej. Również prosta informacja „the set was enriched by the Navier Stokes equation” czy w przypadku uogólnienia XR(t) podanie „by the following set of equations” wyraźnie wymagałoby szerszego komentarza. Eksperymentalna weryfikacja niektórych przewidzianych w rozprawie wyników byłoby silnym argumentem na rzecz przedstawionych prac.

Prace cyklu są ściśle monotematyczne - przedmiotem wszystkich prac są odkształcenia pola elektrycznego w warstwach nematycznych wywołane polem elektrycznym ze szczególnym uwzględnieniem roli właściwości fleksoelektrycznych; we wszystkich pracach (poza [B11]) habilitantka wykorzystuje model XR, lub XR(t). Podjęty temat jest aktualny i ważny nie tylko z poznawczego punktu widzenia. Habilitantka konsekwentnie w kolejnych swoich pracach określiła wszechstronnie i kompleksowo wpływ własności fleksoelektrycznych na zachowanie ciekłokrystalicznej warstwy nematycznej. Za ważne w przedstawionej rozprawie uważam:

- 1) wykazanie, że własności fleksoelektryczne mogą istotnie wpływać na powstanie i formę odkształceń pola директора,
- 2) wskazanie nowych możliwości realizacji przełączeń w warstwie nematycznej z wykorzystaniem własności fleksoelektrycznych,
- 3) pokazanie istotnej roli jonów w materiałach ciekłokrystalicznych i włączenie do opisu warstwy nematycznej równań transportu jonów,
- 4) zaproponowanie metody identyfikacji własności fleksoelektrycznych oraz zweryfikowanie metod pomiaru sumy współczynników fleksoelektrycznych.

Podsumowując tę część opinii stwierdzam, że cykl publikacji przedstawiony przez dr Mariolę Buczkowską spełnia warunki ustawowe, bowiem jest spójny tematycznie i rezultaty badań w nim zawarte stanowią istotny wkład w rozwój wiedzy na temat ciekłych kryształów.

Ocena aktywności naukowej (dorobku naukowego, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej)

Dr M. Buczkowska opublikowała 21 publikacji w czasopiśmie z bazy JCR. Z tej liczby 19 zostało opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora. Jest też autorem lub współautorem 11 publikacji spoza bazy JCR (trzech opublikowanych w *Proceedings of SPIE* i ośmiu po doktoracie w *Scientific Bulletin. Physics*, Technical University of Łódź, SBPTUL) oraz 19 komunikatów konferencyjnych (w tym czterech przed doktoratem).

Formalnie cały dorobek publikacyjny habilitantki można uznać za nie budzący zastrzeżeń, tym bardziej, że załączone oświadczenia wskazują na znaczący wkład dr Marioli Buczkowskiej w przygotowanie tych prac. W czterech pracach habilitantka jest jedynym autorem. Ponadto prace opublikowane zostały w uznanych przez środowisko naukowe czasopiśmie takich jak: *Liquid Crystals*, *Journal of Chemical Physics*, *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, *Journal of Applied Physics*, *Applied Physics Letters*.

Po doktoracie, poza pracami stanowiącymi rozprawę, habilitantka opublikowała jednak zaledwie dwie wieloautorskie prace w OER ([B3],[B6]) i osiem prac w SBPTUL (prace [B20-27] wydane w wydawnictwie Politechniki Łódzkiej o nieregularnej częstotliwości wydawniczej). Dodatkowo tematyka pracy [B6] jest mocno zbieżna z tematem rozprawy. Również praca [B3] pozostaje w tematyce homeotropowej warstwy nematycznej i roli własności fleksoelektrycznych i jak do tej pory nie znalazła żadnego oddźwięku w literaturze przedmiotu. Osiem prac opublikowanych w wydawnictwie uczelnianym Politechniki Łódzkiej jest w dużej mierze bezpośrednim nawiązaniem lub uzupełnieniem publikacji składających się na rozprawę. Jeśli wziąć pod uwagę, że dwie publikacje przed doktoratem również nawiązują lub są częścią tematyki rozprawy, to można skonstatować, że praktycznie cały dorobek naukowy Pani dr Buczkowskiej jest jednym cyklem powiązanych tematycznie publikacji. W mojej ocenie dorobek naukowy habilitantki poza cyklem publikacji jest bardzo skromny. W tej sytuacji ocena osiągnięć naukowo-badawczych (par 3 pkt.3 rozp. MNiSW) pokrywa się nieomal dokładnie z oceną osiągnięć rozprawy. Również wskaźniki dokonań naukowych (par.4 pkt 3,4,5 rozp. MNiSW) nie odbiegają zasadniczo od wskaźników dla publikacji

składających się na rozprawę. Sumaryczny impact factor IF dla 21 publikacji z bazy JCR wynosi 33,78. Średnia wartość IF na opublikowaną pracę wynosi 1,61, co można określić jako wartość średnią. Liczba cytowań według bazy Web of Science wynosi 105, a indeks Hirscha 7. Oba te wskaźniki można by uznać (jak na reprezentowaną dziedzinę fizyki) za wynik średni gdyby nie fakt, że przeważająca liczba cytowań to autocyty (73 ze 105). W tej sytuacji ocena parametryczna całego dorobku naukowego habilitantki wypada dużo mniej korzystnie.

Uderzająca jest bardzo słaba aktywność habilitantki poza macierzystą uczelnią oraz brak współpracy międzynarodowej. Z nieznanymi mi powodów, habilitantka nie odbyła żadnego stażu zagranicznego i nie uczestniczyła w żadnym grantie badawczym. Udział habilitantki we wszystkich konferencjach miał formę prezentacji plakatu. Ten fragment oceny wypada niestety bardzo niekorzystnie.

Korzystniej przedstawiają się osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki. Dr Buczkowska jest nauczycielem akademickim i prowadziła liczne zajęcia laboratoryjne na kilku wydziałach Politechniki Łódzkiej oraz zajęcia w ramach pilotażowego projektu unijnego dla kierunków zamawianych. Wartym odnotowania jest prowadzenie autorskiego wykładu i zajęć projektowych dla fizyków z przedmiotu „Fizyka sportu” oraz fakt, że habilitantka była promotorem pięciu prac magisterskich i jednej inżynierskiej. Aktywnie uczestniczyła w akcjach rekrutacyjnych swojej uczelni. Otrzymała też stypendium motywacyjne EU Kapitał Ludzki w ramach projektu związanego z innowacyjną dydaktyką dla rozwoju Politechniki Łódzkiej (PŁ). W ramach popularyzacji nauki brała udział w organizowanym przez PŁ corocznie „Festiwalu Nauki Techniki i Sztuki”. Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Ciekłokrystalicznego. Uczelnia doceniła pracę dr Buczkowskiej honorując ją siedem razy nagrodami Rektora Politechniki Łódzkiej. Dr Buczkowska została odznaczona Medalem Brązowym za Długoletnią Służbę. Recenzowała artykuły dla takich czasopism jak: *Acta Physica Polonica*, *Liquid Crystals* i *Journal of Chemical Physics*.

Reasumując chciałbym stwierdzić, że wyniki zawarte w przedstawionym do oceny cyklu powiązanych tematycznie siedemnastu publikacjach oraz dorobek naukowy po otrzymaniu stopnia doktora stanowią znaczny wkład habilitantki w rozwój fizyki ciekłych kryształów. Tym samym osiągnięcia naukowe dr Marioli Buczkowskiej spełniają wymagania stawiane w postępowaniu habilitacyjnym przez ustawę z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późn. zm.), kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Ocena aktywności naukowej jest mniej jednoznaczna. W tym zakresie wymagania są spełnione w stopniu minimalnym i można mieć wątpliwości czy aktywność można uznać za istotną.

Na podstawie przedstawionej powyżej oceny dorobku naukowego oraz aktywności naukowej wnioskuję o przyjęcie rozprawy habilitacyjnej i o dopuszczenie dr Marioli Buczkowskiej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Poznań, dnia 30 czerwca 2015 r.

dr hab. Arkadiusz Brańka prof. IFMPAN