

Nr projektu: 2022/06/X/ST3/01208

Tytuł: Badanie dyspersji nanocząstek węgla w ciekłym kryształach metodami rozpraszania neutronów i pokrewnymi

Opis projektu:

W ostatnich latach szczególnym zainteresowaniem badawczym cieszą się układy dyspersyjne tworzone przez nanocząstki materiałów nieorganicznych rozproszone w matrycach organicznych, wśród których na szczególną uwagę zasługują ciecz anizotropowa i ciekłe kryształy. Chemiczna i mechaniczna stabilność nanocząstek węgla, w tym nanodiamentów, fulerenów, nanorurek i grafenu, czyni je odpowiednimi domieszkami do ciekłych kryształów poprawiającymi ich właściwości aplikacyjne. Różne alotropy nanowęgla mają różne geometrie, zatem mogą różnymi drogami wpływać na lokalne uporządkowanie cząsteczek ciekłego kryształu. Projekt ma na celu zbadanie cech strukturalnych układów dyspersyjnych tworzonych przez ciekłe kryształy domieszkowane nanocząsteczkami węgla zarówno w próbkach objętościowych, jak i w warstwach stykowych (interfejsach) w modelowych ogniwach elektrooptycznych (istotne części tak ważnych urządzeń jak baterie słoneczne, ekrany dotykowe, szerokopasmowe polaryzatory optyczne itp.). Rozwój takich urządzeń optycznych napotyka jednak trudności związane z szeregiem niepożądanych procesów, jakie mogą zachodzić w objętości ciekłego kryształu domieszkowanego nanocząsteczkami tak w objętości, jak w cienkich warstwach przejściowych, co prowadzi do zmniejszenia wydajności upartych na nich urządzeń, na przykład do wizualizacji informacji. Warstwy przypowierzchniowe na interfejsach elektroda/ciekły kryształ odgrywają ponadto ważną rolę w funkcjonowaniu ogniw elektrooptycznych. Często przyczyną degradacji właściwości użytkowych jest niekontrolowana agregacja domieszek, prowadząca do naruszenia lokalnego uporządkowania matrycy ciekłokrystalicznej. Rozwiązanie tych problemów wymaga opracowania podejść eksperymentalnych, które mogą wiarygodnie opisać strukturę badanych układów, w tym pod wpływem zewnętrznych kontrolnych pól elektrycznych. Do tej pory taką strukturę badano głównie metodami optycznymi, co umożliwiło osiągnięcie mikrometrowej rozdzielczości. Jednak w większości przypadków właściwości omawianych nanoukładów są zdeterminowane przez strukturę na poziomie submikronowym aż do nanoskali. Celem projektu jest, po pierwsze, zbadanie wpływu dodawania różnych nanocząstek węgla na właściwości strukturalne matryc ciekłokrystalicznych, a po drugie, porównanie tych właściwości ciekłokrystalicznych zawiesin koloidalnych nanowęglów w objętości i na interfejsach za pomocą rozpraszania neutronów i promieniowania rentgenowskiego. Wybór techniki wynika przede wszystkim ze znacznego kontrastu neutronowo-rentgenowskiego cząstek węgla względem ośrodka dyspersyjnego, a także dużej zdolności penetracji, zwłaszcza neutronów, w porównaniu z technikami mikroskopii elektronowej. Pozwoli to na nieniszczącą diagnostykę strukturalną ciekłokrystalicznych zawiesin nanocząstek węgla zamkniętych między materiałami korpusu komórki doświadczalnej (przede wszystkim szkła lub kwarcu do 2 mm), czyli w rzeczywistości w formie, w jakiej występują w nowoczesnych urządzeniach. W związku z tym w toku projektu planowane jest wykorzystanie rozpraszania neutronów/promieniowania rentgenowskiego w trybach transmisji (rozpraszanie pod małym kątem) i odbicia (reflektometria) do systematycznego badania struktury ciekłych kryształów wypełnionych nanocząsteczkami węgla, ewentualnie w warunkach przyłożonego Zewnętrznego pola elektrycznego. Biorąc pod uwagę szerokie zastosowania układów ciekłokrystalicznych, ten obszar badań ma oczywiste znaczenie praktyczne i od dziesięcioleci pozostaje ważną dziedziną nauki o materiałach. Kierunek wykorzystania nanorozmiarowych

cząstek węgla jako domieszek wydaje się obiecujący, ponieważ pozwala badać wpływ cząstek o prostym składzie chemicznym, kontrolowanych przez ich zadany rozmiar i różne stopnie anizotropii budowy.