

Streszczenie pracy doktorskiej rozprawa z tytułem:

“New materials for studies on nanostructures and spatio-temporal patterns self-organized by surface phenomena”

Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych. Dyscyplina - nauki chemiczne.

Przedstawiona rozprawa doktorska opisuje nowe materiały i układy eksperymentalne, które mogą znaleźć zastosowania w badaniach na złożoną ewolucją czasową obiektów samoporuszających się na powierzchni wody. Ruch takich obiektów jest efektem oddziaływań międzyfazowych i powierzchniowych, modyfikowanych koncentracją substancji czynnych. Badania eksperymentalne nad samoporuszającymi się obiektami są ważne dla zrozumienia warunków w których ruch obiektów naśladuje organizmy żywe oraz dla testowania modeli teoretycznych opisujących ewolucję czasową aktywnej materii. Przyczynią się one do lepszego zrozumienia przemiany energii chemicznej w mechaniczną w układach dyssypatywnych, dalekich od równowagi. Myślę, że moje badania wniosą wkład do rozwoju takich dziedzin jak chemia nieliniowa, sztuczne życie i pochodzenie życia. Spodziewam się, że uzyskane wyniki zostaną zastosowane w nowych technologiach robotyki miękkiej.

Opisane zjawiska spowodowane są zmianami napięcia powierzchniowego wody oraz napięć międzyfazowych między obiektem (w formie stałej lub kropli cieczy niemieszającej się z wodą), a fazą wodnej. Są one powiązane z rozpuszczaniem, parowaniem oraz reakcjami substancji powierzchniowo czynnej i generują konwekcję Marangoniego. Badane układy obejmują zarówno łódki kamforowe poruszane na powierzchni wody przez krystaliczną kamforę w stanie stałym, obiekty o różnych kształtach uformowane z miękkiego materiału kompozytowego złożonego z kamfory, kamfenu i polipropylenu, oraz krople substancji organicznej z rozpuszczonym czynnikiem aktywnym.

Dla badań na ruchem łodzi kamforowej (Rozdział 1) zaprojektowano nowy typ eksperymentu w którym łódka obraca się wokół ustalonej osi. Układ taki umożliwi badanie różnych typów ruchu przez długi czas bez kontaktu ze ściankami naczynia. Zbadano typy ruchu łódki (ruch ciągły, ruch przerywany, ruch oscylujący) oraz przejścia między różnymi typami ruchu rozpatrując odległość pomiędzy środkiem pigułki kamforowej napędzającej łódź, a środkiem łodzi jako parametr kontrolny.

Odkrycie miękkich materiałów hybrydowych zawierających kamforę, kamfen i polipropylen o własnościach mechanicznych podobnych do wosku, jest ważnym rezultatem rozprawy (Rozdział 2). Stanowią one doskonały materiał do badania zależności między kształtem, a trajektorią samoporuszających obiektów. Ponadto jako "produkt uboczny" mojej pracy, odkryłem mikroporowatą, superhydrofobową piankę polimerową, która może znaleźć wiele zastosowań. Na przykład może ona bardzo skutecznie absorbować zanieczyszczenia takie jak oleje z powierzchni wody.

Trzecim tematem poruszonym w rozprawie jest wpływ barwników na zachowanie samoporuszających kropeł zawierających roztwór kamfory w parafinie oraz na ewolucję czasową układów kropli w układzie salicylan etylu - środek powierzchniowo czynny (Rozdział 3). Odkryłem, że powszechny stosowany barwnik, Czerwień olejowa O (Oil Red O), zmniejszał napięcie międzyfazowe między olejem a wodą i, w zależności od jego stężenia, jakościowo zmieniał się typ ewolucji takich kropeł. Wobec tego stężenie barwnika jest dodatkowym parametrem kontrolnym, który wpływa na zachowanie się kropli. Wykazano przy użyciu dwóch podobnych barwników (Czerwień olejowa O oraz Czernią Sudanu B - Sudan Black B), że ich obecność w różny sposób wpływa na ewolucję czasowo-przestrzenną zarówno pojedynczych kropli jak też układów wielu kropli. Badania nad układem salicylan etylu - środek powierzchniowo czynny doprowadziły do odkrycia oddziaływań typu drapieżnik-ofiara między dekanolem i kroplami salicylanu etylu na powierzchni czystej wody.

25.05.21

