

Mgr. Justice Archer:

„Investigation of Surfaces of Evaporating Microdroplet of Colloidal Suspensions”

Abstrakt:

W niniejszej pracy użyta została technika lewitacji elektrodynamicznej (pułapkowania elektrodynamicznego) wraz z rozpraszaniem elastycznym światła w celu zbadania powierzchni parujących mikrokropelek cieczy roztworów substancji powierzchniowo czynnych i zawiesin koloidalnych oraz powstawania wskutek suszenia końcowych makroobiektów o specyficznych własnościach strukturalnych .

W tym celu użyte zostały dwa układy doświadczalne których głównymi elementami były na pułapki elektrodynamiczne trójwymiarowa - 3D i dwuwymiarowa 2D umożliwiające osadzanie wyprodukowanych makroobiektów..

Poprzez badanie ewolucji rozpraszanego światła oraz promienia badanych pojedynczych mikrokropeli utrzymywanych w pułapce 3D zbadana została:

- Dynamika parowania mikrokropeli glikolu dietylowego (DEG)
- Dynamika parowania mikrokropeli roztworu siarczanu dodecylu sodu (SDS) w DEG
- Dynamika parowania zawiesiny koloidalnej roztworu nanokulek krzemionkowych (SiO₂) w DEG/SDS

Ewolucja mikrokropeli czystego DEG zbadana została poprzez wyznaczenie ewolucji promienia porównując wyniki teorii Mie z rozkładami kątowymi natężenia otrzymanymi doświadczalnie, stosując tzw. metodę Mie Theory Lookup Table (MSLT). Promienie mikrokropelek roztworów i zawiesin koloidalnych wyznaczone zostały stosując metodę (MSLT) rozszerzoną o pomiar ewolucji masy kropli – ważenie elektrostatyczne. Zaobserwowano, że czasowa ewolucja powierzchni mikrokropel czystego DEG odbiega od liniowości ze względu na obecność resztkowych zanieczyszczeń.

Otrzymana ewolucja powierzchni mikrokropeli roztworów DEG / SDS i zawiesin DEG / SDS / SiO₂ charakteryzowała się trzema etapami związanymi z parowaniem i suszeniem badanych mikroobiektów. Etapy te odpowiadają:

początkowemu procesowi odparowywania cieczy (DEG) z kropli zawiesiny,

przejściu od parowania kropli zawiesiny do wysychania „mokrego” (zawierającego DEG) obiektu powstałego poprzez agregację krzemionki

oraz wysychaniem początkowo mokrego (zawierającego ciec-Deg) mikroobektu

Etapy te widoczne były również w zmianach natężenia rozpraszanego światła.

Zaobserwowano również, że ewolucja izoterm ciśnienia powierzchniowego (otrzymana z ewolucji promieni) charakteryzujących proces parowania mikrokropeli roztworów i zawiesin jest związana z powstawaniem i załamaniem się warstw powierzchniowych (filmów)

SDS w przypadku roztworu SDS/ DEG i warstw krzemionki w przypadku kropli zawiesin. Powstanie warstw związane jest z powierzchniowym parowaniem cieczy (DEG) zwiększającym gęstość powierzchniową mikrokropli. Dalsze parowanie skutkuje niszczeniem warstwy (kolapsem) i prowadzi to do powstawania kolejnych warstw, powodujących oscylacyjny charakter izotermi powierzchniowej.

W części pracy dotyczącej produkcji osadzanych suchych makroobiektów wykazano, że użycie liniowej elektrodynamicznej pułapki kwadrupolowej (2D) wraz z techniką skaningowej elektronowej mikroskopii skaningowej (SEM) może stanowić alternatywną i stosunkowo tania technologię wytwarzania mikroobiektów o określonej nanostrukturze poprzez odparowania mikrokropli roztworów koloidalnych.

Mikroobiekty otrzymane poprzez parowanie i suszenie mikrokropelek zawiesin koloidalnych DEG / krzemionki charakteryzują się sferyczną symetrią dobrze uporządkowanych nanokulek krzemionkowych o wysoce uporządkowanej powierzchni w porównaniu do mikroproduktów w roztworze zawierającym również SDS. Jednakże struktury o charakterystycznych, bogatych kształtach zależnych od wielkości początkowej kropli otrzymano poprzez stosowną zawartość dwóch składników (SDS i krzemionki) w DEG.

W przypadku małych początkowych rozmiarów mikrokropli otrzymano kuliste obiekty SDS / SiO₂ z powierzchnią krystaliczną SDS otaczającą ściśnięte zagęszczone nanocząstki SiO₂. Zaobserwowano, że większe mikroobiekty kompozytowe SDS / SiO₂ rzędu 11 μm silnie zależały od początkowego stężenia SDS. Pomiędzy płatkami skryształizowanego SDS znajdowały się uporządkowane (zagregowane) warstwy krzemionki. Płaty SDS podobne były do liści na kapuście (płaty zakrzywiające się przy powierzchni) dla mniejszych obiektów (11.4 μm) i przypominały strukturą tzw. różę pustyni dla większych obiektów (13 μm - 15 μm) z centralnie skierowanymi płatkami krystalizacji SDS dla większych stężeń SDS > 1.72%. Jeszcze większe mikroobiekty, większe niż 14 μm tworzą obiekt zamknięty z cienką (prawdopodobnie) powierzchnią SDS. Największe obiekty (> 15 μm) tracą symetrię sferyczną przekształcając się w pierścieniowy mikro-pojemnik wypełniony zagregowanymi nanokulkami SiO₂.

Justice Andley
