

STRESZCZENIE PRACY DOKTORSKIEJ

Wpływ udziału masowego nanocząstek na napięcie powierzchniowe nanocieczy

Imię i nazwisko: mgr inż. Julian Traciak

Promotor: dr hab. inż. Gawel Żyła

Słowa kluczowe: nanociecze, napięcie powierzchniowe, nanocząstki, właściwości międzyfazowe

Streszczenie:

Rozprawa podejmuje problematykę oddziaływania nanocząstek na właściwości międzyfazowe cieczy, ze szczególnym uwzględnieniem napięcia powierzchniowego. Zjawiska powierzchniowe odgrywają istotną rolę w wielu procesach fizycznych, chemicznych i technologicznych, dlatego poznanie wpływu dodatku nanocząstek na charakterystykę układów ciekłych stanowi ważny krok w rozwoju nanoinżynierii, technologii chłodzenia czy systemów transportu masy i ciepła. Celem pracy było zbadanie, w jaki sposób stężenie nanocząstek wpływa na napięcie powierzchniowe cieczy bazowych. W tym kontekście postawiono hipotezę, że nanocząstki, poprzez oddziaływania powierzchniowe i międzycząsteczkowe, mogą istotnie modyfikować energię powierzchniową cieczy, a tym samym kształtować jej własności użytkowe. Badania miały zarówno charakter poznawczy, jak i aplikacyjny, ukierunkowany na potencjalne zastosowania w przemyśle i inżynierii. Praca obejmuje przegląd literatury dotyczącej nanocieczy, ich stabilności, metod syntezy oraz mechanizmów oddziaływania na napięcie powierzchniowe. Część eksperymentalna rozprawy obejmowała przygotowanie serii nanocieczy z wykorzystaniem różnych typów nanocząstek (m.in. tlenków metali) w cieczach bazowych, a następnie pomiar ich napięcia powierzchniowego w udziale masowego nanocząstek. Zastosowano precyzyjną metodę pomiarową, w tym technikę pierścienia du Noüy oraz metodę kropli wiszącej, pozwalające na ocenę niewielkich zmian w parametrach powierzchniowych. Istotnym aspektem badań była kontrola stabilności układów i minimalizacja efektów ubocznych związanych z aglomeracją. Wyniki wykazały, że wpływ nanocząstek na napięcie powierzchniowe nie jest jednoznaczny i zależy od czynników, takich jak rodzaju cieczy bazowej, wielkości i kształtu nanocząstek, oraz udziału masowego. Z kolei analiza tych wyników pozwoliła na wyciągnięcie wniosku, że mechanizm oddziaływania nanocząstek na napięcie powierzchniowe związany jest przede wszystkim z ich dystrybucją na granicy faz. Potwierdzono również, że istnieje próg udziału masowego, powyżej którego dalszy dodatek nanocząstek nie prowadzi do znaczących zmian parametrów powierzchniowych. Rozprawa wnosi wkład do badań nad nanocieczami, dostarczając nowych danych eksperymentalnych oraz potencjalnie wskazując kierunki dalszych prac. Uzyskane rezultaty mogą znaleźć zastosowanie w systemach wymiany ciepła, gdzie kontrola zjawisk powierzchniowych odgrywa zasadniczą rolę.

DOCTORAL THESIS ABSTRACT

The effect of nanoparticle mass fraction on the surface tension of a nanofluid

Name and surname: mgr inż. Julian Traciak

Supervisor: dr hab. inż. Gawel Żyła

Keywords: nanoliquids, surface tension, nanoparticles, interfacial properties

Abstract:

This thesis examines the influence of nanoparticles on the interfacial properties of liquids, with particular emphasis on surface tension. Surface phenomena play a significant role in many physical, chemical and technological processes; therefore, understanding the effect of nanoparticle addition on the characteristics of liquid systems represents an important step in the development of nano-engineering, cooling technology and mass and heat transfer systems. The aim of this work was to investigate how the concentration of nanoparticles affects the surface tension of base liquids. In this context, the hypothesis was put forward that nanoparticles, through surface and intermolecular interactions, can significantly modify the surface energy of a liquid, and thus shape its functional properties. The research was both exploratory and applied, focused on potential applications in industry and engineering. The thesis includes a review of the literature on nanoliquids, their stability, synthesis methods and mechanisms of interaction with surface tension. The experimental part of the thesis involved the preparation of a series of nanofluids using various types of nanoparticles (including metal oxides) in base liquids, followed by the measurement of their surface tension as a function of nanoparticle mass fraction. A precise measurement method was employed, including the du Noüy ring technique and the hanging drop method, allowing for the assessment of slight changes in surface parameters. A key aspect of the research was the control of system stability and the minimisation of side effects associated with agglomeration. The results showed that the effect of nanoparticles on surface tension is not unambiguous and depends on factors such as the type of base liquid, the size and shape of the nanoparticles, and their mass fraction. In turn, analysis of these results led to the conclusion that the mechanism by which nanoparticles affect surface tension is primarily related to their distribution at the phase boundary. It was also confirmed that there is a mass fraction threshold above which the further addition of nanoparticles does not lead to significant changes in surface parameters. The thesis contributes to research on nanofluids by providing new experimental data and potentially indicating directions for further work. The results obtained may find application in heat transfer systems, where the control of surface phenomena plays a crucial role.