DISSOLUTION KINETICS OF MIXED SOAP SCUMS AT DIFFERENT MOLAR RATIOS OF Ca AND Mg IN AN AMPHOTERIC SURFACTANT SYSTEM WITH DIFFERENT CHELATING AGENTS

Rumpapat Siripaisan

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University, and Institut Français du Pétrole
2014

Thesis Title:	Dissolution Kinetics of Mixed Soap Scums at Different Molar Ratios of Ca and Mg in an Amphoteric Surfactant System with Different Chelating Agents
By:	Rumpapat Siripaisan
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors:	Prof. Sumaeth Chavadej
	Prof. John F. Scamehorn

Accepted by The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

.... College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

....

(Prof. Sumaeth Chavadej)

....

(Prof. John F. Scamehorn)

....

(Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan)

....

(Dr. Veerapat Tantayakom)

570003

ABSTRACT

5571021063: Petrochemical Technology Program

Rumpapat Siripaisan: Dissolution Kinetics of Mixed Soap Scums at Different Molar Ratios of Ca and Mg in an Amphoteric Surfactant System with Different Chelating Agents.

Thesis Advisors: Prof. Sumaeth Chavadej, and Prof. John F. Scamehorn 61 pp.

Keywords: Amphoteric surfactant/ Chelating agent/ Dissolution kinetics/ Mixed soap scum

Hard water generally contains divalent cations, especially calcium and magnesium ions, which have a typical molar ratio of 4:1. Soap or salt of fatty acid reacts with Ca and Mg ions, to form white precipitate known as soap scum. It is a sticky stain or filmy layer that can form on sanitary ware. In this work, the equilibrium solubility and dissolution rate of synthesized soap scum samples at different Ca:Mg molar ratios (1:1 and 4:1) in different systems (pure water, disodiumethylene diaminetetraacetate (Na_2EDTA), tetrasodium glutamatediacetate (Na_4GLDA), dimethyldodecylamine oxide (DDAO), DDAO/Na_2EDTA, and DDAO/Na_4GLDA) were investigated at different solution pH levels (4-11) and at a constant temperature of 25 °C. The results showed that the DDAO/Na_4GLDA system provided the highest equilibrium solubility of the mixed soap scum, whereas the DDAO/Na_2EDTA system provided the highest dissolution rate of any mixed soap scum at pH 11. For the 1:1 ratio, the equilibrium solubilities of the calcium and magnesium soap scum samples were not significantly different. For the 4:1 ratio, the equilibrium solubility of calcium soap scum was higher than that of the magnesium soap scums. The synthesized mixed soap scum samples were also characterized for particle size distribution, surface morphology, crystalline size, specific surface area, and functional groups.

บทคัดย่อ

รัมภาภัทร ศิริไพศาล : การศึกษาสมดุลการละลายและอัตราการละลายของคราบไคลสบู่ในอัตราส่วนต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีสารลดแรงตึงผิว (DDAO) และสารคีแลนท์ชนิดต่างๆ (Na_2EDTA and Na_4GLDA) (Dissolution Kinetics of Mixed Soap Scums at Different Molar Ratios of Ca and Mg in an Amphoteric Surfactant System with Different Chelating Agents) อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร.สุเมธ ชวเดช และ ศ.ดร. จอห์น เอฟ สกามีฮอร์น 61 หน้า

น้ำกระด้างเป็นน้ำที่มีไอออนของธาตุต่างๆ ละลายอยู่โดยเฉพาะแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออน โดยมีสัดส่วนแคลเซียมต่อแมกนีเซียมตามธรรมชาติเป็น 4:1 เมื่อสบู่ละลายน้ำกรดไขมันจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออนเกิดเป็นคราบไคลสบู่ที่ติดอยู่ตามสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาสมดุลการละลายและอัตราการละลายของคราบไคลสบู่ในอัตราส่วนแคลเซียมต่อแมกนีเซียม 1:1 และ 4:1 ภายใต้สภาวะที่มีสารลดแรงตึงผิวและสารคีแลนท์ชนิดต่างๆ จากการทดลองพบว่าค่าสมดุลการละลายของคราบไคลสบู่ทั้งสองสัดส่วนมีค่าสูงที่สุดเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีสารลดแรงตึงผิวไดเมธิลโดเดกซิลลามิน ออกไซด์ (DDAO) ที่มีสารคีแลนท์เทตตะโซเดียมกลูตาเมทไดอะซิติคแอซิด (Na_4GLDA) ที่พีเอช 11 ในขณะที่อัตราการละลายของคราบไคลสบู่ทั้งสองสัดส่วนมีค่าสูงที่สุดเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีสารลดแรงตึงผิวไดเมธิลโดเดกซิลลามิน ออกไซด์ (DDAO) ที่มีสารคีแลนท์ไดโซเดียมเอทิลีนไดเอมีนเต-ตระอะซีเตต (Na_2EDTA)

ACKNOWLEDGEMENTS

This work would not have been possible without the assistance of the following persons and organizations:

First and foremost, I gratefully acknowledge Prof. Sumaeth Chavadej and Prof. John F. Scamehorn for all of their excellent guidance, useful recommendations, creative comments, intensive attention and encouragement throughout the course of my work. They have not only taught me about the theoretical knowledge but also made me realize in myself that this research is very challenging. As well, they taught me in the better way of working life and working style. I am also deeply indebted to Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan and Dr. Veerapat Tantayakom for their kind advice and for being the thesis committee.

I also would like to thank my present and former teacher from whom I learned and great deal about the knowledge in chemical engineering and petrochemical technology.

Furthermore, I would like to express thankfulness for the funding of the thesis work provided by The Petroleum and Petrochemical College; The National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Thailand; and The Thailand Research Fund (TRF) – The Royal Golden Jubilee Ph.D. Program (RGJ).

For the chemicals, a thank you to Akzo Noble for the sample of Dissolvine® GL-38 (Na_4GLDA).

A recognize to all faculty members and staffs at the PPC for the knowledge that I have learnt from them as well as their help to facilitate during my work.

Special thanks to my senior, Ms. Sawwalak Itsadanont, for her valuable suggestions throughout this research work.

Finally, my family, I would like to offer sincere gratitude to them for their love, caring, understanding me all the time.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

ABBREVIATIONS

AAS	Atomic absorption spectrometer
$Ca(C_{18})_2$	Calcium stearate or calcium soap scum
CMC	Critical micelle concentration
DDAO	Dimethyldodecylamine oxide
FT-IR	Fourier transform infrared spectroscopy
HCl	Hydrochloric acid
H_2O	Deionized water
K_{sp}	Solubility constant
$Mg(C_{18})_2$	Magnesium stearate or magnesium soap scum
NaOH	Sodium hydroxide
Na_2EDTA	Disodium salt of ethylenediaminetetraacetate
Na_4GLDA	Tetrasodium salt of N,N-bis(carboxymethyl) glutamic acid
PSA	Particle size analysis
SEM	Scanning electron microscope
XRD	X-ray diffractometer