FOAMING PROPERTY OF MIXED SURFACTANTS IN THE PRESENCE OF SODIUM SOAPS AND WATER HARDNESS

Ms. Kanokphan Ramaken

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment 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
and Case Western Reserve University
2002

ISBN 974-03-1574-7

Thesis Title	:	Foaming Property of Mixed Surfactants in the Presence of Sodium Soaps and Water Hardness
By	:	Kanokphan Ramaken
Program	:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors	:	Asst. Prof. Nantaya Yanumet, Dr. Boonyarach Kitiyanan and Prof. John F. Scamehorn

---

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

K. Bunyakiat. ..... College Director

(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

Thesis Committee:

N. Yanumet .....

(Asst. Prof. Nantaya Yanumet)

Boonyarach Kitiyanan .....

(Dr. Boonyarach Kitiyanan)

John Scamehorn .....

(Prof. John F. Scamehorn)

.....

(Prof. Somchai Osuwan)

.....

(Dr. Pomthong Malakul)

ABSTRACT

4371008063 : PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM
Kanokphan Ramaken: Foaming Property of Mixed Surfactants in the Presence of Sodium Soaps and Water Hardness
Thesis Advisors: Prof. John F. Scamehorn, Asst. Prof. Nantaya Yanumet and Dr. Boonyarach Kitiyanan, 61 pp.
ISBN 974-03-1574-7
Keywords : Foam/Defoaming/Water Hardness/Sodium soaps

This work studied the effect of ions present as hardness in tap water, *i.e.* calcium, magnesium, hydrogen carbonate and hydrogen sulfate ions, on the foaming properties of three surfactant systems. The first system consisted of sodium dodecyl sulfate and coconut oil sodium soap. In the second system, a nonionic surfactant (C_{12}-C_{15} alcohol with 7 moles of ethylene oxide) was additionally introduced to the first system. The third system consisted of all surfactants used in the second system together with an added co-surfactant (diethylene glycol mono-butyl ether). The results showed that a minute amount of hydrogen carbonate ions enhances defoaming in the presence of calcium and magnesium ions, the major components of hardness in tap water. Unexpectedly, hydrogen sulfate ions showed a foam-destabilizing effect. However, in the first and third systems, hydrogen carbonate ions have a greater defoaming effect than hydrogen sulfate ions. Among the three systems, the second system showed the highest foam stability whereas the first system showed the lowest.

บทคัดย่อ

กนกพรรณ รามาเคน : คุณสมบัติในการเกิดฟองของสารลดแรงตึงผิวผสมที่มีเกลือโซเดียมของกรดไขมันและความกระด้างของน้ำ (Foaming Property of Mixed Surfactants in the Presence of Sodium Soaps and Water Hardness) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. จอห์น เอฟ สเคมีฮอร์น, ผศ. ดร. นันทยา ยานุเมศ และ ดร.บุนยรัชต์ กิติยานันท์ 61 หน้า ISBN 974-03-1574-7

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของไอออนที่แสดงความกระด้างในน้ำประปา ได้แก่ แคลเซียมไอออน, แมกนีเซียมไอออน, ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน และไฮโดรเจนซัลเฟตไอออน ต่อคุณสมบัติในการเกิดฟองของสารลดแรงตึงผิวผสม 3 ระบบ สารลดแรงตึงผิวผสมระบบแรกประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิวประจุลบโซเดียมโดเดซิลซัลเฟตและเกลือโซเดียมของน้ำมันมะพร้าว ระบบที่สองมีส่วนประกอบเช่นเดียวกันกับสารลดแรงตึงผิวผสมระบบแรก และมีการเติมสารประกอบแอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอนอะตอม 12-15 ตัวกับ 7 โมลของเอธิลีนออกไซด์ ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ และระบบที่สามซึ่งมีส่วนประกอบเช่นเดียวกันกับสารลดแรงตึงผิวผสมระบบที่สอง และมีการเติมสารไดเอธิลีน ไกลคอล โมโน-บิวทิล อีเทอร์ ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวร่วม จากผลการทดลองพบว่านอกจากแคลเซียมไอออนและแมกนีเซียมไอออนซึ่งเป็นไอออนหลักที่แสดงความกระด้างในน้ำประปาจะมีผลต่อการลดลงของฟองแล้ว ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนและไฮโดรเจนซัลเฟตไอออนซึ่งเป็นไอออนแสดงความกระด้างที่มีอยู่เป็นปริมาณน้อยในน้ำประปายังมีอิทธิพลสนับสนุนต่อการลดลงของฟองอีกด้วย ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน และไฮโดรเจนซัลเฟตไอออนมีอิทธิพลต่อการลดลงของฟองที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสารลดแรงตึงผิวในแต่ละระบบของสารลดแรงตึงผิวผสม ในงานวิจัยนี้พบว่า ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนมีผลต่อการลดลงของฟองในระบบของสารลดแรงตึงผิวผสมที่หนึ่งและสามมากกว่าสารลดแรงตึงผิวผสมระบบที่สอง นอกจากนั้นยังพบว่าสารลดแรงตึงผิวผสมระบบที่สองมีความเสถียรของฟองมากกว่าสารลดแรงตึงผิวผสมระบบที่สามและหนึ่งตามลำดับ

ACKNOWLEDGEMENTS

This work would not have been successful without the assistance of the following individuals.

First of all, I would like to express my deepest gratitude to Prof. John F. Scamehorn, Asst. Prof. Nantaya Yanumet and Dr. Boonyarach Kitiyanan, my thesis advisors, for providing their recommendations, creative idea and encouragement throughout my graduate study.

I would like to thank Prof. Somchai Osuwan and Dr. Pomthong Malakul who are my thesis committees for their useful suggestions.

Unforgettable thanks are forwarded to all professors who give me the knowledge through their courses and the all of the staff of the Petroleum and Petrochemical College for their helps.

Special thanks to The Petroleum and Petrochemical College for providing the scholarship for the tuition fee.

Finally, I would like to thank Ph.D. students and all of my PPC friends for their comments, encouragement and big helps in everything. I had the most pleasant time working with them all. Moreover, sincere appreciation to my parents and my family for their forever love, understanding and support.

TABLE OF CONTENTS

		PAGE
	Title Page	i
	Acceptance Page	ii
	Abstract (in English)	iii
	Abstract (in Thai)	iv
	Acknowledgements	v
	Table of Contents	vi
	List of Tables	viii
	List of Figures	x
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
II	**BACKGROUND AND LITERATURE SURVEY**	3
	2.1 Surfactants	3
	2.2 Foam	4
	2.3 Foam Stability	7
	2.4 Defoaming	8
	2.5 Defoaming Mechanisms	9
	2.6 Literature Review	12
III	**FOAMING PROPERTY OF MIXED SURFACTANTS IN THE PRESENCE OF SODIUM SOAPS AND WATER HARDNESS**	15
	Abstract	15
	Experimental Procedures	17
	Results and Discussion	18
	Acknowledgements	44

CHAPTER		PAGE
	References	44
IV	**CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION**	46
	REFERENCES	47
	APPENDICES	49
	Appendix A Foaming property of the surfactant system 1 in the presence of water hardness.	49
	Appendix B Foaming property of the surfactant system 2 in the presence of water hardness.	53
	Appendix C Foaming property of the surfactant system 3 in the presence of water hardness.	57
	CURRICULUM VITAE	61

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
1	The surfactant ingredients in three surfactant studied systems.	19
2	Comparison of the foam stability among 3 surfactant systems at Ca^{2+} and Mg^{2+} concentration of 50 ppm.	41
3	Comparison of the foam stability among 3 surfactant systems at Ca^{2+} and Mg^{2+} concentration of 150 ppm.	42
4	Comparison of the foam stability among 3 surfactant systems at Ca^{2+} and Mg^{2+} concentration of 300 ppm.	43
A-1	The change of foam height with time of the surfactant system 1 at 50 ppm of bivalent ions (Ca^{2+} and Mg^{2+}) using shaking method.	49
A-2	The change of foam height with time of the surfactant system 1 at 150 ppm of bivalent ions (Ca^{2+} and Mg^{2+}) using shaking method.	51
A-3	The change of foam height with time of the surfactant system 1 at 300 ppm of bivalent ions (Ca^{2+} and Mg^{2+}) using shaking method.	52
B-1	The change of foam height with time of the surfactant system 2 at 50 ppm of bivalent ions (Ca^{2+} and Mg^{2+}) using shaking method.	53
B-2	The change of foam height with time of the surfactant system 2 at 150 ppm of bivalent ions (Ca^{2+} and Mg^{2+}) using shaking method.	55
B-3	The change of foam height with time of the surfactant system 2 at 300 ppm of bivalent ions (Ca^{2+} and Mg^{2+}) using shaking method.	56

TABLE **PAGE**

C-1 The change of foam height with time of the surfactant system 3 at 50 ppm of bivalent ions (Ca^{2+} and Mg^{2+}) using shaking method. 57

C-2 The change of foam height with time of the surfactant system 3 at 150 ppm of bivalent ions (Ca^{2+} and Mg^{2+}) using shaking method. 59

C-3 The change of foam height with time of the surfactant system 3 at 300 ppm of bivalent ions (Ca^{2+} and Mg^{2+}) using shaking method. 60

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	A surfactant molecule and a surfactant micelle	4
2.2	Different kinds of foam	6
2.3	A generized foam system	6
2.4	Plateau border at point of meeting of three bubbles	7
2.5	The origin of surface elasticity	8
2.6	Bridging mechanisms of antifoaming in foam film by oil	10
2.7	Replacement of foaming surfactant by defoamer surfactant	10
2.8	Process of film rupture by hydrophobic particle-oil mixtures	12
1	Foam height measurement in test tube using shaking method.	18
2	The effect of Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations at 50, 150 and 300 ppm for the surfactant systems 1, 2 and 3.	21
3	The effect of HCO_3^- concentration at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 1.	24
4	The effect of HCO_3^- concentration at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 2.	25
5	The effect of HCO_3^- concentration at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 3.	26
6	The effect of HSO_4^- concentration at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 1.	29
7	The effect of HSO_4^- concentration at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 2.	30
8	The effect of HSO_4^- concentration at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 3.	31
9	Comparison the effect of HCO_3^- and HSO_4^- 50 ppm at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 1.	34

FIGURE **PAGE**

10 Comparison the effect of HCO_3^- and HSO_4^- 100 ppm at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 1. 35

11 Comparison the effect of HCO_3^- and HSO_4^- 50 ppm at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 2. 36

12 Comparison the effect of HCO_3^- and HSO_4^- 100 ppm at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 2. 37

13 Comparison the effect of HCO_3^- and HSO_4^- 50 ppm at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 3. 38

14 Comparison the effect of HCO_3^- and HSO_4^- 100 ppm at the Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations 50, 150 and 300 ppm for the surfactant system 3. 39