ADSOLUBILIZATION OF ORGANIC SOLUTES INTO MIXED SURFACTANTS ADSORBED ON PRECIPITATED SILICA

Ms. Siriporn Rojanakajorn

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
Case Western Reserve University, The University of Michigan,
The University of Oklahoma, and Institut Français du Pétrole
2004

ISBN 974-9651-40-5

I 21616097

Thesis Title:	Adsolubilization of Organic Solutes into Mixed Surfactants Adsorbed on Precipitated Silica
By:	Ms. Siriporn Rojanakajorn
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Pomthong Malakul
	Assoc. Prof. John H. O'Haver

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

K. Bunyakiat.
..... College Director
(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

Thesis Committee:

.....
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

.....
(Assoc. Prof. John H. O'Haver)

Pramoch R.
.....
(Asst. Prof. Pramoch Rangsunvigit)

B. Kitiyanan
.....
(Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan)

บทคัดย่อ

สิริพร โรจนขจร: การแอดโซลูบิไลเซชันของทูโลอีนและอะซิโตฟีโนนในสารผสมของสารลดแรงตึงผิวดูดซับบนผิวซิลิกา (Adsolubilization of Organic Solutes into Mixed Surfactant Adsorbed on Precipitated Silica) อ.ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา และ รศ. ดร. จอห์น เฮช โอ เฮเวอร์ 68 หน้า ISBN 974-9651-40-5

งานวิจัยเล่มนี้ได้ศึกษาการดูดซับของสารลดแรงตึงผิวประเภทประจุบวก (ซีเทบ) และประเภทไม่มีประจุ (ไตรตอนเอ็กซ์ 100) บนซิลิกา และได้ศึกษาการแอดโซลูบิไลเซชันของสารอินทรีย์โทลูอีนและอะซิโตฟีโนนทั้งในระบบสารลดแรงตึงผิวชนิดเดียวและชนิดผสม การดูดซับในระบบสารลดแรงตึงผิวผสมได้ศึกษาในระบบของซีเทบต่อไตรตอนที่อัตราส่วนโดยโมล 1 ต่อ1 3ต่อ1 และ1ต่อ3 ส่วนการแอดโซลูบิไลเซชันได้ทำการศึกษาทั้งในระบบสารละลายชนิดเดียวและสารละลายผสม ผลการทดลองพบว่าสำหรับทุกระบบของสารลดแรงตึงผิวชนิดผสม การใส่ไตรตอนลงในซีเทบส่งผลให้ซีเอ็มซีมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบของสารซีเทบชนิดเดียว ในระบบสารลดแรงตึงผิวผสมพบว่าปริมาณการดูดซับของสารลดแรงตึงผิวแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกับอัตราส่วนโดยโมลของซีเทบต่อไตรตอนในระบบ สำหรับระบบของสารละลายชนิดเดียวนั้น ปริมาณการแอดโซลูบิไลเซชันของโทลูอีนแปรผันโดยตรงกับปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่ดูดซับบนซิลิกาในทั้งระบบสารลดแรงตึงผิวชนิดเดียวและชนิดผสม สำหรับการแอดโซลูบิไลเซชันของอะซิโตฟีโนนในระบบสารลดแรงตึงผิวผสมของซีเทบต่อไตรตอนที่อัตราส่วนโดยโมล 3 ต่อ1 และ 1ต่อ1 มีค่าการแอดโซลูบิไลเซชันของอะซิโตฟีโนนมากกว่าการแอดโซลูบิไลเซชันของอะซิโตฟีโนนในระบบสารลดแรงตึงผิวชนิดเดียว สำหรับระบบของสารละลายผสมนั้น โทลูอีนมีผลสนับสนุนต่อการแอดโซลูบิไลเซชันของอะซิโตฟีโนน ในทางตรงข้ามอะซิโตฟีโนนกลับมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อการแอดโซลูบิไลเซชันของโทลูอีน

ABSTRACT

4571022063: PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM
Siriporn Rojanakajorn: Adsolubilization of Organic Solutes into Mixed Surfactants Adsorbed on Precipitated Silica
Thesis Advisors: Asst. Prof. Pomthong Malakul, Assoc. Prof. John H. O'Haver, 68 pp. ISBN 974-9651-40-5
Keywords: CTAB/ Triton X-100/ Mixed surfactant/ Adsorption/ Adsolubilization/ Toluene/ Acetophenone/ Silica

In this study, the adsorption of a cationic surfactant (CTAB) and a nonionic surfactant (Triton X-100) on precipitated silica and the adsolubilization of two organic solutes, toluene and acetophenone, were investigated in both single- and mixed-surfactant systems. In mixed-surfactant systems, the adsorption was studied at three different molar ratios, 1:1, 3:1 and 1:3, while the adsolubilization was studied in both single- and mixed-solute systems. The adsorption results showed that the addition of Triton into the mixed CTAB/Triton surfactant systems caused a reduction of CMC when compared to the pure CTAB system. The adsorbed amount of each surfactant was found to be quite close to the molar ratio of CTAB/Triton in the mixed systems. In single-solute systems, the adsolubilization of toluene appeared to be directly related to the amount of surfactant adsorbed on silica surface for both single- and mixed-surfactant systems. For acetophenone, when compared to single-surfactant systems, the adsolubilization was much higher in the mixed-surfactant systems, especially at molar ratios of 3:1 and 1:1. In mixed-solute systems, the synergistic effect was observed in the adsolubilization of acetophenone in the presence of toluene whereas the presence of acetophenone had little effect on the adsolubilization of toluene.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work would not have been possible, if the following people were not present. First, I would like to express my sincere thankfulness to my advisors, Assoc. Prof. John H. O'Haver, The School of Chemical Engineering, University of Mississippi, and Asst. Prof. Pomthong Malakul, for his excellent guidance, kindness and encouragement throughout of my work.

I am grateful for the partial scholarship and partial funding of the thesis work provided by Postgraduate Education and Research Programs in Petroleum and Petrochemical Technology (PPT Consortium).

I would like to thank Asst. Prof. Pramoch Rangsunvigit and Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan for being my thesis committee and providing the useful information.

Unforgettable gratitude is forwarded to all of my friend and PPC staffs who played invaluable roles in my learning experience.

Finally, I would like to express my deepest appreciation to my family for their eternally and unconditionally love, encouragement and support me all the time.

TABLE OF CONTENTS

		PAGE
	Title Page	i
	Abstract (in English)	iii
	Abstract (in Thai)	iv
	Acknowledgements	v
	Table of Contents	vi
	List of Figures	ix
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
II	**BACKGROUND AND LITERATURE REVIEW**	3
	2.1 Adsorption of Surfactant on Solid Oxide Surface	3
	2.1.1 Adsorption of Single Surfactant	4
	2.1.2 Adsorption of Mixed Surfactant	6
	2.2 Adsolubilization	7
	2.2.1 Fundamentals	7
	2.2.2 Factors Affecting Adsorption and Adsolubilization	9
	2.2.2.1 Nature of the Structure Groups on the Solid Surfaces	9
	2.2.2.2 Molecular Structure of the Surfactant being Adsorbed	10
	2.2.2.3 Environmental of the Aqueous Phase (pH and ionic strength)	10
	2.3 Adsorption and Adsolubilization in Mixed Systems	12
	2.3.1 Mixed-Solute System	12
	2.3.2 Mixed-Surfactant System	14

CHAPTER PAGE

III EXPERIMENTAL SECTION 15

3.1 Materials 15

3.2 Experimental 15

3.2.1 Adsorption of Surfactant on Precipitated Silica 15

3.2.2 Adsolubilization of Organic Solute into Surfactant Adsorbed on Precipitated Silica 17

3.3 Data Analysis 18

3.3.1 Surfactant Adsorption Isotherm 18

3.3.2 Adsolubilization Isotherm 18

3.3.2 Partition Coefficient (K) 18

IV RESULTS AND DISCUSSION 19

4.1 Adsorsorption on Hi-Sil 255 19

4.1.1 Single Surfactant 19

4.1.2 Mixed Surfactant 19

4.1.1.1 Total Surfactant Adsorption 19

4.1.1.2 CTAB Adsorption 21

4.1.1.3 Triton X-100 Adsorption 21

4.2 Adsolubilization Studies 23

4.2.1 Single-Solute Systems 23

4.2.1.1 Adsolubilization of Toluene 23

4.2.1.2 Adsolubilization of Acetophenone 25

4.2.2 Mixed-Solute Systems 27

4.2.2.1 Adsolubilization of Toluene in the Presence of Acetophenone 27

4.2.2.2 Adsolubilization of Acetophenone in the Presence of Toluene 31

CHAPTER		PAGE
V	**CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS**	34
	5.1 Conclusions	34
	5.2 Recommendations	35
	REFERENCES	36
	APPENDIX	40
	CURRICULUM VITAE	68

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	Typical adsorption isotherm of surfactant on solid oxide surface.	3
2.2	The admicelle structure.	7
2.3	The phenomena of solubilization and adsolubilization.	8
3.1	Schematic diagram of the adsorbed surfactant on silica.	16
3.2	Schematic diagram of the adsolubilization of toluene and acetophenone.	17
4.1	Adsorption isotherm of CTAB and Triton X-100.	20
4.2	Adsorption isotherm of CTAB, Triton X-100 and mixed surfactant.	20
4.3	Adsorption isotherm of CTAB in single and mixed CTAB/Triton at ratio 1:1, 3:1, 1:3.	22
4.4	Adsorption isotherm of Triton X-100 in single and mixed CTAB/Triton at ratio 1:1, 3:1, 1:3.	22
4.5	Adsolubilization of toluene at pH 8.	24
4.6	Partition coefficient (K) of toluene at pH 8.	25
4.7	Adsolubilization of acetophenone at pH 8.	26
4.8	Partition coefficient (K) of acetophenone at pH 8.	27
4.9	Adsolubilization of toluene in the presence of acetophenone at pH 8.	28
4.10	Adsolubilization of toluene in the presence of acetophenone in single CTAB, Triton.	29
4.11	Adsolubilization of toluene in the presence of acetophenone in mixed CTAB/Triton 1:1, 3:1 and 1:3.	30
4.12	Adsolubilization of acetophenone in the presence of toluene at pH 8.	31
4.13	Adsolubilization of acetophenone in the presence of toluene in single CTAB, Triton.	32

FIGURE **PAGE**

4.14 Adsolubilization of acetophenone in the presence of toluene in mixed CTAB/Triton 1:1, 3:1 and 1:3. 33