

**ADSOLUBILIZATION OF ORGANIC COMPOUNDS IN MIXED
ANIONIC-NONIONIC SURFACTANT ADMICELLES ADSORBED
ON A SOLID OXIDE SURFACE**

Prasertpong Arunwuttipong

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

2006

ISBN 974-9937-72-4

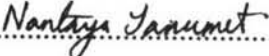
Thesis Title: Adsolubilization of Organic Compounds in Mixed Anionic-Nonionic Surfactant Admicelles Adsorbed on a Solid Oxide Surface

By: Prasertpong Arunwuttipong


Program: Petrochemical Technology

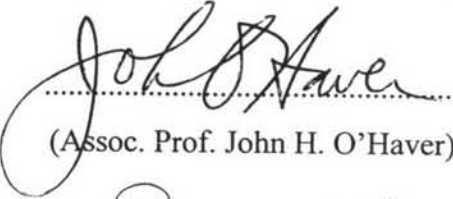
Thesis Advisors: Asst. Prof. Pomthong Malakul
Assoc. Prof. John H. O'Haver


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



..... College Director
(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

Thesis Committee:


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


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


.....
(Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit)


.....
(Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej)

ABSTRACT

- 4771019063: Petrochemical Technology Program
Prasertpong Arunwuttipong: Adsolubilization of Organic
Compounds in Mixed Anionic-Nonionic Surfactant Admicelles
Adsorbed on a Solid Oxide Surface
Thesis Advisors: Asst. Prof. Pomthong Malakul, and Assoc. Prof.
John H. O'Haver, 78 pp. ISBN 974-9937-72-4
- Keywords: Admicellar/ Admicelle/ Adsolubilization/ Adsolubilization
Isotherms/ Adsorption/ Adsorption Isotherms/ Alumina/ Aluminum
Oxide/ Benzene/ Bilayer/ Ethylbenzene/ Mixed surfactant/ Partition
Coefficient/ SDS/ Solid Oxide/ Toluene/ Triton X-100

The adsorption of an anionic surfactant (SDS) and a nonionic surfactant (Triton X-100) on aluminum oxide and the adsolubilization of three model organic compounds (benzene, toluene, and ethylbenzene) were investigated in both single- and mixed-surfactant systems. The experiments were carried out at various molar ratios of anionic-nonionic surfactants (1:1, 1:3 and 3:1) and at pH 3.5. For surfactant adsorption, the results showed that in the single surfactant systems, the amount of adsorbed SDS is greater than that of adsorbed Triton X-100, which is attributed to electrostatic interactions between the surfactant and the aluminum oxide. In the mixed surfactant systems, the presence of Triton X-100 affected the amount of surfactant adsorbed and the critical micelle concentration (CMC) of the system. For adsolubilization, it was found that benzene adsolubilized more than the other two solutes in both single- and mixed-surfactant systems. In single surfactant systems, organic solutes adsolubilized more in the SDS system than in the Triton X-100 system. In the mixed surfactant systems, synergism was observed for the adsolubilization of the organic compounds in a particular ratio of the mixed anionic-nonionic surfactant (i.e., 3:1) which may be attributed to the tighter packing of adsorbed surfactants in the mixed surfactant systems and the physico-chemical properties of the solutes.

บทคัดย่อ

ประเสริฐพงษ์ อรุณวุฒิพงษ์ : การแอดโซลูบิไลเซชันของเบนซีนโทลูอินและเอทิลเบนซีนในแอคไมเซลล์ผสมระหว่างสารลดแรงดึงผิวประเภทประจุลบและสารลดแรงดึงผิวประเภทไม่มีประจุบนพื้นผิวออกไซด์ (Adsolubilization of Organic Compounds in Mixed Anionic-Nonionic Surfactant Admicelles Adsorbed on a Solid Oxide Surface) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา และ รศ. ดร. จอห์น เฮซ โอ เฮเวอร์ 78 หน้า ISBN 974-9937-72-4

งานวิจัยนี้ศึกษาการดูดซับของสารลดแรงดึงผิวประเภทประจุลบ (เอสดีเอส) และสารลดแรงดึงผิวประเภทไม่มีประจุ (ไตรตอนเอ็กซ์ 100) บนพื้นผิวอะลูมินา และการแอดโซลูบิไลเซชันของสารอินทรีย์ (เบนซีน โทลูอินและเอทิลเบนซีน) ทั้งในระบบสารลดแรงดึงผิวชนิดเดียวและชนิดผสม การทดลองในสารลดแรงดึงผิวชนิดผสมนั้นทำที่สัดส่วนโดยโมลของเอสดีเอสต่อไตรตอนเอ็กซ์ 100 ต่างๆ (1:3, 1:1 และ 3:1) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (พีเอช) ที่ 3.5 จากผลการทดลองพบว่า ในระบบสารลดแรงดึงผิวชนิดเดียวนั้นเอสดีเอสถูกดูดซับบนพื้นผิวอะลูมินาในปริมาณที่มากกว่าไตรตอนเอ็กซ์ 100 ซึ่งเป็นผลมาจากแรงปฏิกิริยาทางไฟฟ้าระหว่างสารลดแรงดึงผิวกับพื้นผิวอะลูมินา ส่วนในระบบสารลดแรงดึงผิวชนิดผสมนั้นสารลดแรงดึงผิวชนิดไม่มีประจุที่อยู่ในระบบมีผลกระทบต่อปริมาณของสารลดแรงดึงผิวที่ถูกดูดซับและค่าซีเอ็มซีของระบบ ผลการแอดโซลูบิไลเซชันของสารอินทรีย์พบว่า เบนซีนสามารถแอดโซลูบิไลเซชันได้มากกว่าโทลูอินและเอทิลเบนซีนทั้งในระบบสารลดแรงดึงผิวชนิดเดียวและชนิดผสม ในระบบสารลดแรงดึงผิวชนิดเดียวนั้นพบว่า สารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดสามารถแอดโซลูบิไลเซชันในเอสดีเอสได้มากกว่าไตรตอนเอ็กซ์ 100 ในระบบสารลดแรงดึงผิวชนิดผสมพบปรากฏการณ์เสริมกันและกันของสารลดแรงดึงผิวทั้งสองชนิดต่อการแอดโซลูบิไลเซชันของสารอินทรีย์ในบางสัดส่วน โดยโมลของระบบ ซึ่งคาดว่าเกิดจากการรวมกลุ่มของสารลดแรงดึงผิวที่ถูกดูดซับอย่างหนาแน่นและคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของสารอินทรีย์

ACKNOWLEDGEMENTS

This work would not have been possible without the assistance of the following individuals and organizations.

First of all, I would like to express my sincere thankfulness to my advisors, Asst. Prof. Pomthong Malakul and Assoc. Prof. John H. O'Haver, my advisor from the university of Mississippi, for their useful recommendation, creative comment, problem solving and encouragement throughout of my work.

I would like to thank Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit and Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej for being my thesis committee.

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 extend my special thank all of my friends and PPC staffs who contributed in various degrees to the success of my work.

Finally, I would like to express my deepest gratitude to my family for their support, endless encouragement, understanding, and forever love.

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
Title Page	i
Abstract (in English)	iii
Abstract (in Thai)	iv
Acknowledgement	v
Table of Contents	vi
List of Figures	viii
 CHAPTER	
I INTRODUCTION	1
 II BACKGROUND AND LITERATURE REVIEW	 3
2.1 Adsorption of Surfactant at Solid-Liquid Interface	3
2.1.1 Adsorption of Single Surfactant	3
2.1.2 Adsorption of Mixed Surfactant	8
2.2 Solubilization and Adsolubilization	9
2.2.1 Fundamental	9
2.2.2 Adsolubilization in Single-Surfactant and Mixed-Surfactants Systems	14
2.2.3 Factor Affecting Surfactant Adsorption and Adsolubilization	16
 III EXPERIMENTAL	 23
3.1 Materials	23
3.2 Experimental	23
3.2.1 Adsorption of Surfactant on Aluminum Oxide	23
3.2.2 Adsolubilization of Organic Compounds into Surfactant Adsorbed on Aluminum Oxide	24
3.3 Data Analysis	26

CHAPTER	PAGE
3.3.1 Surfactant Adsorption Isotherm	26
3.3.2 Adsolubilization Isotherm	26
3.3.3 Partition Coefficient (K)	26
IV RESULTS AND DISCUSSION	27
4.1 Surfactant Adsorption	27
4.1.1 Single-Surfactant Systems	27
4.1.1.1 SDS	27
4.1.1.2 Triton X-100	27
4.1.2 Mixed-Surfactant Systems	29
4.1.2.1 Total Surfactant Adsorption	29
4.1.2.2 SDS Adsorption	31
4.1.2.3 Triton X-100 Adsorption	32
4.2 Adsolubilization Studies	33
4.2.1 Adsolubilization of Benzene	33
4.2.2 Adsolubilization of Toluene	37
4.2.3 Adsolubilization of Ethylbenzene	41
4.3 Comparison with Previous Work	47
V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	49
5.1 Conclusions	49
5.2 Recommendations	50
REFERENCES	51
APPENDICES	54
CURRICULUM VITAE	78

LIST OF FIGURES

FIGURE	PAGE
2.1 Schematic presentation of a typical surfactant adsorption isotherm.	4
2.2 The phenomena of solubilization and adsolubilization.	11
2.3 The admicelle structure.	12
3.1 Schematic diagram of the adsorbed surfactant on aluminum oxide.	24
3.2 Schematic diagram of the adsolubilization of organic compounds.	25
4.1 Adsorption isotherm of SDS on the aluminum oxide at pH 3.5 and at 30°C.	28
4.2 Adsorption isotherm of Triton X-100 on the aluminum oxide at pH 3.5 and at 30°C.	28
4.3 Adsorption isotherms of total surfactant in mixed SDS/Triton X-100 adsorption on the aluminum oxide at various SDS/Triton X-100 molar ratios at pH 3.5 and at 30°C.	30
4.4 Adsorption isotherms of SDS on the aluminum oxide in both single surfactant system and mixed SDS/Triton X-100 systems at various molar ratios at pH 3.5 and at 30°C.	31
4.5 Adsorption isotherms of Triton X-100 on the aluminum oxide in both single surfactant system and mixed SDS/Triton X-100 systems at various molar ratios at pH 3.5 and at 30°C.	32
4.6 Adsolubilization of benzene in both single- and mixed-surfactants systems (SDS/Triton X-100 molar ratios) at pH 3.5 and at 30°C.	34
4.7 Partition coefficient (K) of benzene adsolubilization in pure Triton X-100 system at pH 3.5 and at 30°C.	35

FIGURE	PAGE
4.8 Partition coefficient (K) of benzene adsolubilization in pure SDS system at pH 3.5 and at 30°C.	36
4.9 Partition coefficient (K) of benzene adsolubilization in mixed surfactant systems (SDS/Triton X-100 molar ratios) at pH 3.5 and at 30°C.	37
4.10 Adsolubilization of toluene in both single- and mixed-surfactants systems (SDS/Triton X-100 molar ratios) at pH 3.5 and at 30°C.	38
4.11 Partition coefficient (K) of toluene adsolubilization in pure Triton X-100 system at pH 3.5 and at 30°C.	39
4.12 Partition coefficient (K) of toluene adsolubilization in pure SDS system at pH 3.5 and at 30°C.	40
4.13 Partition coefficient (K) of toluene adsolubilization in mixed surfactant systems (SDS/Triton X-100 molar ratios) at pH 3.5 and at 30°C.	41
4.14 Adsolubilization of ethylbenzene in both single- and mixed-surfactants systems (SDS/Triton X-100 molar ratios) at pH 3.5 and at 30°C.	42
4.15 Partition coefficient (K) of ethylbenzene adsolubilization in pure Triton X-100 system at pH 3.5 and at 30°C.	43
4.16 Partition coefficient (K) of ethylbenzene adsolubilization in pure SDS system at pH 3.5 and at 30°C.	44
4.17 Partition coefficient (K) of ethylbenzene adsolubilization in mixed surfactant systems (SDS/Triton X-100 molar ratios) at pH 3.5 and at 30°C.	45
4.18 The adsolubilization isotherms of organic solutes in pure SDS system at pH 3.5 and at 30°C.	46
4.19 The adsolubilization isotherms of organic solutes in pure Triton X-100 system at pH 3.5 and at 30°C.	47