

การเพิ่มการละลายบนพื้นผิวตัวกลางดูดซับซิติกาในคอลลิมน์ โดยใช้สารลดแรงตึงผิวผสมประจุบวกและประจุลบ

นางสาว สิตา กระจ่างพันธุ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-1807-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENHANCED ADSORPTION IN SILICA-PACKED COLUMN BY MIXTURE OF
CATIONIC AND ANIONIC SURFACTANTS



Miss Sita Krajangpan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Management (Inter-Department)

Graduate School

Chulalongkorn University

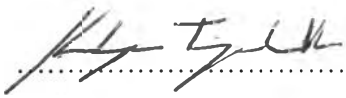
Academic Year 2004

ISBN 974-53-1807-8


Copyright of Chulalongkorn University

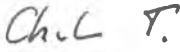
Thesis Title Enhanced Adsorbabilization in Silica-Packed Column by
Mixture of Cationic and Anionic Surfactants
By Miss Sita Krajangpan
Field of Study Environmental Management
Thesis Advisor Chantra Tongcumpou, Ph.D.
Thesis Co-advisor David A. Sabatini, Ph.D.

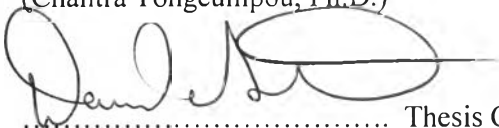
Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

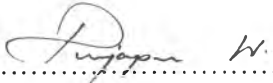
 Dean of the Graduate School
(Assistant Professor M.R. Kalaya Tingsabadh, Ph.D.)


THESIS COMMITTEE

 Chairman
(Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.)

 Thesis Advisor
(Chantra Tongcumpou, Ph.D.)

 Thesis Co-advisor
(Professor David A. Sabatini, Ph.D.)

 Member
(Punjaporn Weschayanwiwat, Ph.D.)

 Member
(Assistant Professor Alissara Reungsang, Ph.D.)

ลิตา กระจ่างพันธุ์: การเพิ่มการละลายบนพื้นผิวตัวกลางดูดซับซิลิกาในคอลัมน์ โดยใช้
 สารลดแรงตึงผิวผสมประจุบวกและประจุลบ (ENHANCED ADSORPTION IN SILICA-PACKED COLUMN BY MIXTURE OF CATIONIC AND
 ANIONIC SURFACTANTS) อ. ที่ปรึกษา: ดร.จันทรา ทองคำเกา อ.ที่ปรึกษาร่วม:
 ศาสตราจารย์ ดร. เดวิด เอ. สะบาตินี 78 หน้า ISBN 974-53-1807-8

การดูดซับของสารลดแรงตึงผิวบนพื้นผิวของแข็งเป็นงานวิจัยที่ได้รับความสนใจ เนื่องจาก
 หากมีการออกแบบการใช้งานของสารลดแรงตึงผิวบนตัวกลางไม่ถูกวิธีจะทำให้การใช้งานของสารลด
 แรงตึงผิวมีประสิทธิภาพลดลง เป็นผลให้มีการใช้ปริมาณของสารลดแรงตึงผิวเพิ่มขึ้น และจะส่งผลให้
 ค่าใช้จ่ายของระบบบำบัดนั้นเพิ่มขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะหาแนวทางเพิ่มการละลายของ
 สารอินทรีย์โดยใช้สารลดแรงตึงผิวผสมประจุบวกและประจุบวกบนคอลัมน์ซิลิกา โดยการศึกษาใน
 ครั้งนี้จะเปรียบเทียบการดูดซับของสารลดแรงตึงผิวของระบบสารลดแรงตึงผิวผสมระหว่างสารลด
 แรงตึงผิวประจุลบ โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (เอสดีเอส) และประจุบวก เพนตะเมทิลโอลิกล อัลคิล 1,
 3- โพรเพน ไดแอมโมเนียม ไคคลอไรด์ (พีเอ็ดดี) ที่สัดส่วน 1:3 และระบบของสารลดแรงตึงผิวเดี่ยว
 บนตัวกลางซิลิกา นอกจากนี้ ศึกษาการละลายและการเคลื่อนย้ายของสารอินทรีย์ชนิดมีขั้ว (สไตรีน)
 และไม่มีขั้ว (เอทิลไซโคลเฮกเซน) ในสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับอยู่บนตัวกลาง เปรียบเทียบกับการ
 ใช้สารลดแรงตึงผิวแบบประจุบวกชนิดเดียว ผลการศึกษาพบว่าสารลดแรงตึงผิวชนิดผสมจะช่วยทำ
 ให้เกิดการดูดซับมากกว่าการใช้สารลดแรงตึงผิวประจุบวกชนิดเดียว ค่าการดูดซับของทั้งสองระบบ
 เท่ากับ 0.49 มิลลิโมล/กรัม หรือ 2.08 โมเลกุล/ตารางนาโนเมตร และ 0.23 มิลลิโมล/กรัม หรือ 0.98
 โมเลกุล/ตารางนาโนเมตร ตามลำดับ ความสามารถในการละลายของสารอินทรีย์ชนิดมีขั้วและไม่มี
 ขั้วเพิ่มขึ้นในสารลดแรงตึงผิวผสม สำหรับสารอินทรีย์ชนิดมีขั้ว ความสามารถในการละลายและ
 อัตราการเคลื่อนย้ายในสารลดแรงตึงผิวผสม มีค่าเท่ากับ 0.89 โมเลกุล/ตารางนาโนเมตร และ 12.8
 ตามลำดับ ความสามารถในการละลายและอัตราการเคลื่อนย้ายของสารอินทรีย์ชนิดไม่มีขั้ว ในสารลด
 แรงตึงผิวผสม มีค่าเท่ากับ 1.08 โมเลกุล/ตารางนาโนเมตร และ 60.95 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลการ
 ทดลองแสดงให้เห็นว่า การละลายของสารอินทรีย์ชนิดไม่มีขั้วในสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับอยู่บน
 ตัวกลางมีค่ามากกว่าสารอินทรีย์ชนิดมีขั้ว

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อนิติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4689498320: MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

KEY WORD: ADSORPTION/ ADSOLUBILIZATION/ MIXED ANIONIC AND CATIONIC SURFACTANTS/ SILICA/ ADSORPTION

SITA KRAJANGPAN: ENHANCED ADSOLUBILIZATION IN SILICA-PACKED COLUMN BY MIXTURE OF CATIONIC AND ANIONIC

SURFACTANTS. THESIS ADVISOR: CHANTRA TONGCUMPOU, Ph.D.

THESIS CO-ADVISOR: PROF. DAVID A. SABATINI, Ph.D. 78 pp.

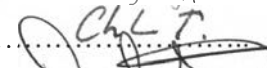
ISBN 974-53-1807-8

Recently, surfactant-based processes have been widely studied for using in the area of environmental remediation. Surfactant adsorption onto solid surface is one of the interests. When undesirable, surfactant adsorption can render a design ineffective and significantly increase dosage requirements and thus adversely affect the economics of the system. The purpose of this research was to enhance the adsolubilization capacity of organic solutes in the mixed adsorbed surfactant aggregates onto silica packed column. The system of mixed anionic and cationic surfactants at 1:3 molar ratio of the conventional anionic surfactant, sodium dodecyl sulfate (SDS), and the twin-head cationic surfactant, Pentamethyloleyl alkyl-1, 3-propane diammonium dichloride (PADD) and the system of single surfactant, PADD were selected for comparison study in this work. The adsorption of the surfactants onto silica from these two systems as well as their adsolubilization were determined in order to investigate the transports of organic solutes including polar compound (styrene) and non-polar compound (ethylcyclohexane). The synergism of the mixed surfactants system could be obviously observed. The adsorption was found at 0.49 mmole/g or 2.08 molecules/nm² and 0.23 mmole/g or 0.98 molecules/nm², for the mixed and single surfactant systems, respectively. The adsolubilization capacity and retardation factor of both styrene and ethylcyclohexane increased in the mixed surfactants system. For styrene, the adsolubilization capacity and retardation factor in mixed surfactants system were 0.89 molecules/nm² and 12.8, respectively. The adsolubilization capacity and retardation factor of ethylcyclohexane in mixed surfactants system were 1.08 molecules/nm² and 60.95, correspondingly. Moreover, these results showed the adsolubilization of ethylcyclohexane in surfactant admicelles was greater than styrene.

Field of study: Environmental management

Academic year 2004

Student's signature.....Sita Krajangpan...

Advisor's signature.....

Co-Advisor's signature.....

ACKNOWLEDGEMENTS

Firstly, I do wish to express my grateful appreciation and gratitude to Prof. David A. Sabatini, my US. Advisor, who was the most helpful in providing useful information, all valuable laboratory facilities, research techniques, and a grate encouragement throughout this research during the 10 months period of research work at the University of Oklahoma, Norman, USA. I gratefully thanked Dr. Edgar J. Acosta, Aranya Fuangwasdi for their time, suggestions and valuable comments for this study.

I would like to express my appreciation and sincere gratitude to Dr. Chantra Tongcumpou, my Thai advisor, and Dr. Manaskorn Rachakornkij, Chairman of the committee, and all committees for their encouragements and constructive suggestion throughout this research work. Furthermore, I would like to thank all advisors, staff and my friends at NRC-EHWM, Bangkok, Thailand and Norman, Oklahoma, USA.

Moreover, I would like to specially thank the National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management (NRC-EHWM) for partially funding and all useful supporting facilities.

Finally, I would like to acknowledge my family as my inspiration, and my encouragement during entire study.

TABLE OF CONTENTS

	Page
Abstract (in Thai).....	iv
Abstract (in English).....	v
Acknowledgements.....	vi
Table of Contents.....	vii
List of Tables.....	x
List of Figures.....	xi
Nomenclatures.....	xiv

CHAPTER

I INTRODUCTION

1.1 Introduction.....	1
1.2 Objectives.....	2
1.3 Hypotheses.....	3
1.4 Scope of study.....	3

II BACKGROUND AND LITERATURE REVIEW

2.1 Background.....	5
2.2 Mixed anionic and cationic surfactants.....	7
2.3 Adsorption of surfactant on metal oxide.....	9
2.4 Mixed anionic and cationic surfactants adsorption.....	13
2.4.1 The effect to micelle formation of surfactant mixtures.....	14

	Page
2.5 Adsolubilization.....	15
2.6 Column Study.....	19
III METHODOLOGY	
3.1 Materials.....	21
3.1.1 Mixed anionic and cationic surfactants.....	21
3.1.2 Organic Solutes.....	22
3.1.3 Adsorbent.....	23
3.1.4 Chemicals.....	23
3.2 Experimental Procedure.....	23
3.2.1 Column Preparation.....	24
3.2.2 Transport of Organic Solutes.....	25
3.2.3 Adsorption Study.....	25
3.2.4 Adsolubilization Study.....	26
3.3 Analytical Methods.....	27
IV RESULTS AND DISCUSSIONS	
4.1 Transport of organic solutes.....	28
4.2 Adsorption Study.....	30
4.1.1 Adsorption of single PADD onto silica.....	30
4.1.2 Adsorption of Mixed SDS/PADD onto silica.....	30
4.3 Adsolubilization Study.....	33

	Page
4.3.1 Styrene Adsolubilization.....	33
4.3.2 Ethylcyclohexane Adsolubilization.....	37
V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	
5.1 Conclusions.....	43
5.2 Recommendations.....	45
REFERENCES.....	47
APPENDICES.....	53
Appendix A.....	54
Appendix B.....	55
Appendix C.....	57
BIOGRAPHY.....	78

LIST OF TABLES

	Page
3.1 Structures and properties of the surfactants used in this study.....	22
3.2 Properties of organic solutes.....	22
5.1 Adsorption of surfactant, Adsolubilization of organic solutes, and retardation factor obtained in this study.....	43

LIST OF FIGURES

		Page
2.1	Example of surfactant micellization.....	6
2.2	Precipitation of anionic and cationic surfactants.....	8
2.3	Schematic presentation of typical surfactant adsorption isotherm.....	11
2.4	Phenomena of solubilization and adsolubilization.....	16
2.5	The bilayer structure of surfactant admicelles at the solid-liquid Interface.....	16
3.1	Schematic of this experiment.....	24
4.1	Transports of organic solutes into silica-packed column at electrolyte concentration of 0.01 M NaCl, temperature 25°C.....	29
4.2	The single PADD 20 mM adsorbed onto silica surface at electrolyte concentration of 0.01 M NaCl and temperature of 25 °C..	32
4.3	The mixed (1:3) SDS/PADD 4 mM adsorbed onto silica surface at electrolyte concentration of 0.01 M NaCl and temperature 25 °C....	32
4.4	Comparison of single PADD 20 mM with the mixed (1:3) SDS/PADD 4 mM adsorbed onto silica surface at electrolyte concentration of 0.01 M NaCl and temperature 25 °C.....	33
4.5	Adsolubilization of styrene into PADD admicelle at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	35
4.6	Adsolubilization of styrene into PADD admicelle and styrene without any surfactant admicelle formation at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	35

	Page
4.7 Adsolubilization of styrene into mixed SDS/PADD (1:3) admicelle at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	36
4.8 Adsolubilization of styrene by mixed SDS/PADD (1:3) admicelle and styrene without any surfactant admicelle formation at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	36
4.9 Adsolubilization of styrene into PADD admicelle and adsolubilization of styrene SDS/PADD (1:3) admicelle formation at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	37
4.10 Adsolubilization of ethylcyclohexane by PADD admicelle at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	39
4.11 Adsolubilization of ethylcyclohexane by PADD admicelle and ethylcyclohexane without any surfactant admicelle formation at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	39
4.12 Adsolubilization of ethylcyclohexane by mixed SDS/PADD (1:3) admicelle at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	39
4.13 Adsolubilization of ethylcyclohexane by mixed SDS/PADD (1:3) admicelle and ethylcyclohexane without any surfactant admicelle formation at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	40

	Page
4.14 Adsolubilization of ethylcyclohexane by PADD admicelle and adsolubilization of ethylcyclohexane by SDS/PADD (1:3) admicelle formation at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	40
4.15 Adsolubilization of styrene and ethylcyclohexane by PADD admicelle at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	42
4.16 Adsolubilization of styrene and ethylcyclohexane by SDS/PADD (1:3) admicelle at electrolyte concentration 0.01 M NaCl and room temperature 25 °C.....	42

NOMENCALTURE

C	=	solute concentration (mole/L)
C_0	=	solute concentration at initial (mole/L)
$C_{i,a}$	=	surfactant concentration at equilibrium (mole/L)
$C_{i,b}$	=	surfactant concentration at initial (mole/L)
CMC	=	critical micelle concentration
D_x	=	hydrodynamic dispersion coefficient (L^2/T)
K_d	=	partition coefficient (L^3/M)
LNAPL	=	light non-aqueous phase liquid
η	=	porosity (L^3/L^3)
PADD	=	pentamethyloleyl alkyl-1, 3-propane diammonium dichloride
ρ_b	=	bulk density of solid phase (M/L^3)
q	=	mass of chemical adsorbed (mole/g)
r_f, R	=	retardation factor (dimensionless)
SDS	=	sodium dodecyl sulfate
SSA	=	specific surface area of the adsorbent (m^2/g)
Γ_i	=	adsorption of surfactant i (mole/g)
V	=	volume of Chemical injected (L)
v_x	=	pore water (seepage) velocity (L/T)
V_{pw}	=	volume of pore water (L)
Wg	=	weight of solid surface (g)