SURFACTANT-ENHANCED CARBON REGENERATION IN LIQUID PHASE APPLICATIONS

Ms. Supiruk Sirisithichote

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
1996

ISBN974-633-837-4

117684079

Thesis Title : Surfactant-Enhanced Carbon Regeneration in Liquid Phase Applications

By : Ms. Supiruk Sirisithichote

Program : Petrochemical Technology

Thesis Advisors : Professor John F. Scamehorn,
Professor Somchai Osuwan

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science.

_____ Director of the College
(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee :

John Scamehorn
(Prof. John F. Scamehorn)

_____
(Prof. Somchai Osuwan)

Shooshat Baramee
(Assoc. Prof. Shooshat Baramee)

ABSTRACT

941017 : MAJOR PETROCHEMICAL TECHNOLOGY
KEY WORDS : SURFACTANT/ REGENERATION/ ACTIVATED CARBON/ PHENOL/ SOLUBILIZATION/ MICELLIZATION
SUPIRUK SIRISITHICHOTE : SURFACTANT-ENHANCED CARBON REGENERATION IN LIQUID PHASE APPLICATIONS : THESIS ADVISORS : PROF. JOHN F. SCAMEHORN, Ph.D., PROF. SOMCHAI OSUWAN, Ph.D., 53 pp., ISBN974-633-837-4

Surfactant-Enhanced Carbon Regeneration (SECR) is a novel, in-situ process in which a concentrated surfactant solution is used to desorb the adsorbed solutes from the spent carbon. The concentrated surfactant which has a concentration higher than its CMC will form aggregated molecule called micelles. The solute will solubilize into the micelle. Residual adsorbed surfactant can be pulled out from carbon by a water flush. The surfactant used can be selected so that it has extremely low toxicity and is biodegradable. In this study, phenol was used as the adsorbed solute and sodium dodecyl sulfate was used as the anionic surfactant. This study demonstrates the effects of low concentration of organic solute (phenol) loading by measuring the breakthrough curves for subsequent adsorption cycles following the regeneration. At the low concentration of phenol, the adsorption was mainly affected by equilibrium limit, but when the concentration of phenol increased, the mass transfer limit tended to increase the effect on adsorption. More than 26% of adsorbed phenol was removed from the bed when applied with a moderate amount of surfactant regenerant solution.

บทคัดย่อ

สุภิรักษ์ สิริสิทธิโชติ : การใช้สารลดแรงตึงผิวเพื่อนำเอาถ่านกัมมันต์ที่อิ่มตัวด้วยสารอินทรีย์ในวัฏภาคของเหลวกลับมาใช้ใหม่ (Surfactant - Enhanced Carbon Regeneration in Liuid Phase Applications) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. จอห์น เอฟ สเกมาฮอร์น (Prof. John F. Scamehorn), ศ. ดร. สมชาย โอสุวรรณ, 52 หน้า, ISBN974-633-837-4

ปัญหาที่สำคัญของการใช้ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) คือการหาวิธีที่เหมาะสมในการเอาถ่านกลับมาใช้ใหม่หลังจากอิ่มตัวด้วยสารอินทรีย์แล้ว การใช้สารลดแรงตึงผิวเพื่อนำเอาถ่านกัมมันต์ที่อิ่มตัวด้วยสารอินทรีย์กลับมาใช้ใหม่เป็นทางเลือกใหม่ทางหนึ่ง วิธีการนี้อาศัยคุณสมบัติที่สำคัญของสารลดแรงตึงผิวในการรวมตัวในรูปของไมเซลล์(Micellization) ซึ่งจะช่วยให้สารอินทรีย์สามารถละลายในสารลดแรงตึงผิว(Solubilization)ได้มากกว่าสารละลายในสภาวะปกติ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่มีต่อประสิทธิภาพของวิธีการนำเอาถ่านกัมมันต์กลับมาใช้ใหม่นี้ โดยมุ่งเน้นที่ความเข้มข้นต่ำ สารอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง คือ ฟีนอล (Phenol) และสารลดแรงตึงผิวคือ โซเดียม โดเดคซิล ซัลเฟต (Sodium Dodecyl Sulfate) ที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม

จากการทดลองพบว่าที่ความเข้มข้นต่ำ การดูดซับของสารอินทรีย์บนถ่านกัมมันต์จะถูกควบคุมโดยสมดุลของการดูดซับ แต่เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นการถ่ายโอนมวลสารจะเข้ามามีอิทธิพลต่อการดูดซับมากขึ้น วิธีการนี้สามารถดึงเอาสารอินทรีย์ออกจากถ่านกัมมันต์ได้มากกว่า 26% ซึ่งไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ เนื่องจากพบว่าสารลดแรงตึงผิวบางส่วนมีการตกตะกอนเกิดขึ้นจึงทำให้มีการรวมตัวเป็นไมเซลล์ได้น้อยลง และ ยังเกิดการปกคลุมของตะกอน บนถ่านกัมมันต์ทำให้สารอินทรีย์ถูกดูดซับบนถ่านได้น้อยลง

อย่างไรก็ตามวิธีการนี้เป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจ ซึ่งควรจะศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมที่จะให้ได้ประสิทธิภาพในการใช้งานมากที่สุดเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป

ACKNOWLEDGEMENTS

Special thank is due to Professor John F. Scamehorn and Professor Somchai Osuwan for giving me a chance to work on this interesting thesis and also for their assistance throughout the course of my work.

I would like to acknowledge the KAO (Thailand) Industrial Co.,Ltd. for supplying sodium dodecyl sulfate and Calgon Co.,Ltd. for providing activated carbon.

I gratefully thank the National Research Council of Thailand for financial support on my work.

I particularly wish to thank the individuals who are valuable in making my work successful: the college staff, Anawat, all of my friends, and many others whose name can not be listed here.

Sincerely thank is due to Dr. John O'Haver and his wife for their kindness all the time that I spent at the University of Oklahoma.

Finally, my greatest appreciation is reserved for my parents, who allowed me the path that I followed. Thanks for my sisters and brothers who cheer me up all the time.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER		PAGE
	TITLE PAGE	**i**
	ABSTRACT	**iii**
	ACKNOWLEDGEMENTS	**v**
	TABLE OF CONTENTS	**vi**
	LIST OF TABLES	**viii**
	LIST OF FIGURES	**ix**
I	**INTRODUCTION**	**1**
II	**THEORY**	
	2.1 Activated carbon	4
	2.2 Adsorption of organic contaminant on activated carbon	8
	2.3 Adsorption of surfactant on activated carbon	11
	2.4 Surfactant and micellization	12
	2.5 Solubilization of organic contaminants in micelle	15
	2.6 Previous works of SECR	19
III	**EXPERIMENT**	
	3.1 Materials	21
	3.2 Equipment	21
	3.3 Methodology	25
IV	**RESULTS AND DISCUSSION**	**28**

CHAPTER		PAGE
V	CONCLUSIONS	37
	REFERENCES	38
	APPENDIX	41

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
1.1	Surface areas of typically available activated carbon	4
A	Physical properties and specification of activated carbon	38
B	Physical properties of chemicals used	39
C-1	The amount of phenol in effluent of phenol 30 mg/L loading	40
C-2	The amount of phenol in effluent of phenol 20 mg/L loading	42
C-3	The amount of phenol in effluent of phenol 10 mg/L loading	45
D	The % removal of phenol in regeneration step	48

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1.1	Process strategy for surfactant-enhanced carbon regeneration.	3
2.1	Micelle orientation in aqueous phase.	14
2.2	The sites in micelle provided for solubilization.	16
2.3	Schematic in solubilization of three different solubilizates.	18
3.1	Schematic diagram of experimental apparatus.	23
4.1	The breakthrough curves of phenol loading in adsorption step.	29
4.2	Comparison the breakthrough curves of this work with the previous work done by Bhummasobhana et al. (In press.).	30
4.3	The effect of SDS regenerant solution on phenol removal	31
4.4	The percentage of phenol removal in regeneration step.	32
4.5	The breakthrough curves of phenol loading in subsequent adsorption step.	33
4.6	The effect of SECR on the breakthrough curves of phenol adsorbed in adsorption step and subsequent adsorption step : 10 mg/L phenol.	34
4.7	The effect of SECR on the breakthrough curves of phenol adsorbed in adsorption step and subsequent adsorption step : 20 mg/L phenol.	34
4.8	The effect of SECR on the breakthrough curves of phenol adsorbed in adsorption step and subsequent adsorption step : 30 mg/L phenol.	35
4.9	The comparison of phenol amount concerned in each step.	36