

**SURFACTANT-ENHANCED CARBON REGENERATION
IN VAPOR PHASE APPLICATION**

Ms. Thanyaboon Sutad na Ayoothaya

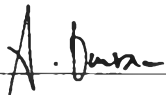
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College
Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma
and Case Western Reserve University

1996

ISBN 974-634-088-3

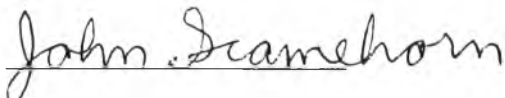
Thesis Title : Surfactant-Enhanced Carbon Regeneration in Vapor
Phase Application
By : Miss Thanyaboon Sutad na Ayoothaya
Program : Petrochemical Technology
Thesis Advisors : Prof. John F. Scamehorn,
Assoc. Prof. Shooshat Baramé

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

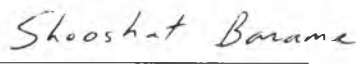


(Prof. Somchai Osuwan)

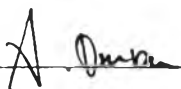
Thesis Committee



(Prof. John F. Scamehorn)



(Assoc. Prof. Shooshat Baramé)



(Prof. Somchai Osuwan)

บทคัดย่อ

ธัญบุรณ์ สุทัศน์ ณ อยุธยา : การใช้สารลดแรงดึงผิวในการนำถ่านกัมมันต์ที่อิ่มตัวด้วยสารอินทรีย์ในวัฏภาคอากาศกลับมาใช้ใหม่ (Use of Surfactant-Enhanced Carbon Regeneration (SECR) in Vapor Phase Application) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. จอห์น เอฟ สแกมฮอร์น (Prof. John F. Scamehorn) รศ. ดร. ชูชาติ บารมี และ ศ. ดร. สมชาย โอสุวรรณ, 42 หน้า, ISBN 974-634-088-3

ในการนำถ่านกัมมันต์กลับมาใช้ใหม่โดยสารลดแรงดึงผิวนี้ จะใช้สารละลายของสารลดแรงดึงผิวเพื่อฟื้นฟูสภาพถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้ว โดยสารอินทรีย์จะถูกดึงจากถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีโซลูบิลิเซชัน ส่วนสารลดแรงดึงผิวที่ตกค้างอยู่ในหอคูดซับจะถูกชะล้างได้ด้วยน้ำ ในการทดลองนี้ ได้ศึกษาถึงการฟื้นฟูสภาพของถ่านกัมมันต์ที่อิ่มตัว ด้วยสารไตรคลอโรเอทีลีน (Trichloroethylene) และโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (Sodium dodecyl sulfate) เป็นสารลดแรงดึงผิวชนิดแสดงประจุลบ ผลการทดลองประกอบด้วยเส้นเบรคทูร์ (Breakthrough curves) หลังผ่านการดูดซับและฟื้นฟูสภาพของถ่านกัมมันต์ และจากการศึกษาผลของอัตราการไหลและความเข้มข้นของสารละลายสารลดแรงดึงผิวพบว่า การดึงสารไตรคลอโรเอทีลีน (Trichloroethylene) ออกจากถ่านกัมมันต์ในขั้นตอนการฟื้นฟูนั้นมีการถ่ายโอนมวลสารเป็นตัวจำกัด และประสิทธิภาพในการดูดซับของถ่านกัมมันต์หลังการฟื้นฟูสภาพจะลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ใหม่

ABSTRACT

##941018 : Major petrochemical technology

Keywords : Surfactant / Carbon / Regeneration

Thanyaboon Sutad na Ayoothaya : Surfactant-Enhanced Carbon
Regeneration : Thesis Advisors : Prof. John F. Scamehorn, Ph D., Assoc.
Prof. Shooshat Baramée, Ph.D., 42 pp., ISBN974-634-088-3

Surfactant-enhanced carbon regeneration is a technique which utilizes a micellar surfactant solution to remove adsorbed organics from spent activated carbon to regenerate it before reuse. A water flush then removes the residual adsorbed surfactant from the carbon bed. In a vapor phase application, the carbon is then dried prior to reuse. In this study, trichloroethylene in air is the organic solute and sodium dodecyl sulfate is the anionic surfactant used. The effects of regenerant solution flow rate and surfactant concentration indicate that the removal of the solute exhibits significant mass transfer resistance during the regeneration step. However, a moderate reduction in adsorption capacity in subsequent loadings was found after the regeneration compared to virgin carbon.

ACKNOWLEDGEMENTS

First of all, I would like to express my sincere gratitude to Prof. John F. Scamehorn and Assoc. Prof. Shooshat Baramé for their fruitful advise, creative guidance and encouragement throughout my work. I also would like to thank Dr.Chintana and Dr.Sujitra for their helpful advice when I had problems in my experiments.

I have benefited greatly from discussion with a number of my colleagues. In particular I should mention Mr.Khanti, Ms.Kamolwan, Mr.Chainarong, Mr.Paisarn and Mr.Sompop.

Again, the encouragement of my friends in both Petrochemical Technology and Polymer Science was greatly appreciated. My thanks to all The Petroleum and Petrochemical College's faculty and staff for their kind help in the use of all facilities.

I would like to thank Electricity Generating Authority of Thailand for the graduate scholarship, USAID University Development Linkages Project for funding past of my work at The University of Oklahoma, The National Research Council of Thailand for their financial support in the form of research grants.

I deeply appreciate The O'Havers, The Lobbans, Prof. Mallinson, Dr. Roberts, Boonyarach, Karolina and Thai students at the University of Oklahoma for a wonderful time when I was there.

Finally, I would like to show my gratitude to my parents and my family. Without their support, this work could not have been completed successfully.

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 | BACKGROUND | 5 |
| | 2.1 Theory | 5 |
| | 2.1.1 Surfactant | 5 |
| | 2.1.2 Micelle formation by surfactants | 7 |
| | 2.1.3 Micelle formation model | 11 |
| | 2.1.4 Solubilization | 12 |
| | 2.1.5 Adsorption of surfactant on activated carbon | 16 |
| | 2.2 Previous work | 17 |
| | 2.2.1 SECR in liquid phase | 17 |
| | 2.2.2 SECR in vapor phase | 18 |
| III | EXPERIMENTS | 19 |
| | 3.1 Materials | 19 |
| | 3.2 Methods | 19 |

| CHAPTER | PAGE | |
|----------------|---|----|
| IV | RESULTS AND DISCUSSION | 24 |
| | 4.1 TCE loading on virgin carbon | 24 |
| | 4.2 Effect of regenerant flow rate | 25 |
| | 4.3 Effect of surfactant concentration | 26 |
| | 4.4 Surfactant removal in water flushing step | 27 |
| | 4.5 Desorption breakthrough curves on regenerated carbon | 28 |
| V | CONCLUSIONS | 31 |
| | REFERENCES | 32 |
| | APPENDIX | 34 |

LIST OF TABLES

| TABLE | | PAGE |
|--------------|--|-------------|
| A-1 | Breakthrough curve for TCE adsorption on virgin carbon | 34 |
| A-2 | Breakthrough curve for TCE adsorption on virgin carbon | 35 |
| A-3 | Breakthrough curve for TCE adsorption on virgin carbon | 36 |
| A-4 | Breakthrough curve for subsequent adsorption step on virgin carbon | 37 |
| A-5 | Breakthrough curve for subsequent adsorption step on regenerated carbon | 38 |
| A-6 | % TCE recovery at flow rate 20 mL/min | 39 |
| A-7 | % TCE recovery at flow rate 40 mL/min | 40 |
| A-8 | % TCE recovery at flow rate 5 mL/min | 41 |

LIST OF FIGURES

| FIGURE | | PAGE |
|--------|---|------|
| 2.1 | General representation of a surfactant molecule. | 7 |
| 2.2 | Micellization. | 8 |
| 2.3 | Changes in some physical properties of surfactant solution. | 9 |
| 2.4 | Model of micelle when V_H/l_c increases. | 11 |
| 2.5 | Solubilization by micelle. | 14 |
| 3.1 | Schematic diagram of experimental apparatus for adsorption step. | 22 |
| 3.2 | Schematic diagram of experimental apparatus for regeneration step and water flushing step. | 23 |
| 4.1 | Breakthrough curves for TCE adsorption on virgin carbon. | 24 |
| 4.2 | Effect of regenerant solution flow rate on TCE removal. | 25 |
| 4.3 | Effect of regenerant solution flow rate on TCE removal. | 26 |
| 4.4 | Effect of regenerant solution surfactant concentration on TCE removal. | 27 |
| 4.5 | Effect of water flush flow rate on SDS removal. | 28 |
| 4.6 | Breakthrough curves for TCE adsorption on virgin carbon and regenerated carbon. | 30 |