การกำจัดไพรีนออกจากหินภูเขาไฟโดยการใช้สารลดแรงตึงผิวที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ ในรูปแบบฟองแก๊สแอฟรอนและแบบสารละลาย

ปณิธาน จูฑาพร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการวิ่งแวดล้อม สหสาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-2598-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMOVAL OF PYRENE IN PUMICE BY BIODEGRADABLE SURFACTANT IN THE FORMS OF COLLOIDAL GAS APHRON AND AQUEOUS SOLUTION

สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Miss Panitan Jutaporn

A Thesis Submit6ted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science in Environmental Management

Inter-Department Program in Environmental Management

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-2598-1

Copyright of Chulalongkorn University

Thesis Title	REMOVAL OF PYRENE IN PUMICE BY BIODEGRADABLE SURFACTANT IN THE FORMS OF COLLOIDAL GAS APHRON AND AQUEOUS SOLUTION
By	PANITAN JUTAPORN
Program in	Environmental Management
Thesis Advisor	Associate Professor Virote Boonamnauyvitaya, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Professor Peter B. Lederman, Ph.D.

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

Suchada Kiranandana .... Dean of Graduate School

(Professor Suchada Kiranandana, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.... Chairman

(Assistant Professor Sutha Khaodhair, Ph.D.)

.... Thesis Advisor

(Associate Professor Virote Boonamnauyvitaya, Ph.D.)

.... Thesis Co-advisor

( )

Prasert Pavasant .... Member

(Assistant Professor Prasert Pavasant, Ph.D.)

Chavalit Rttl .... Member

(Assistant Professor Chavalit Rattanatamskul, Ph.D.)

ปณิธาน จูฑาพร: การกำจัดไพรีนออกจากหินภูเขาไฟโดยการใช้สารลดแรงตึงผิวที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ในรูปแบบฟองแก๊สแอฟรอนและแบบสารละลาย (Removal of pyrene in pumice by biodegradable surfactant in the forms of colloidal gas aphron and aqueous solution) อ.ที่ปรึกษา: รศ. ดร. วิโรจน์ บุญอำนวยวิทยา, อ.ที่ปรึกษาร่วม: ศ. ดร. ปีเตอร์ บี เลเดอร์แมน 91 หน้า. ISBN 974-17-2598-1.

สารลดแรงตึงผิวที่ไม่เป็นพิษและสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้สองชนิด คือ ไบโอโนเน็กซ์ (BioNonex) และ ไบโอโซล์ว (BioSolve) ได้ถูกทดสอบถึงความสามารถในการบำบัดไพรีนที่ปนเปื้อนในหินภูเขาไฟ (Pumice) ไพรีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบวงแหวนซึ่งประกอบด้วยวงแหวนเบนซีน 4 วง หินภูเขาไฟนั้นถูกนำมาใช้เป็นแบบจำลองแทนดินจริงเพื่อหลีกเลี่ยงผลแทรกแซงที่อาจเกิดขึ้นจากสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ในดิน ในการทดลองเบื้องต้นนั้น การชะล้างหินภูเขาไฟด้วยสารละลายของไบโอโนเน็กซ์และไบโอโซล์ว ที่ความเข้มข้น 5% โดยปริมาตร สามารถกำจัดไพรีนออกจากหินภูเขาไฟได้ 76% และ 25% ตามลำดับ ดังนั้นไบโอโนเน็กซ์จึงถูกเลือกนำไปใช้ต่อในการทดลองชะล้างดินในคอลัมน์ คอลัมน์ในระบบการไหลขึ้น (up-flow) แบบต่อเนื่องถูกใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดหินภูเขาไฟที่ปนเปื้อน โดยเปรียบเทียบระหว่างการชะล้างด้วยสารละลายของสารลดแรงตึงผิวแบบทั่วไป กับสารลดแรงตึงผิวในรูปแบบของฟองแก๊สแอฟรอน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารลดแรงตึงผิวในรูปแบบฟองแก๊สแอฟรอนสามารถชะล้างหินภูเขาไฟที่ปนเปื้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบสารละลายทั่วๆ ไป และประสิทธิภาพในการชะล้างไพรีนเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ตั้งแต่ 1% จนถึง 7% โดยปริมาตร แต่การเพิ่มความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวไปเกินกว่า 7% นั้น ไม่ได้ช่วยเพิ่มการชะล้างไพรีนอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การใช้สารลดแรงตึงผิวในรูปแบบของฟองแก๊สแอฟรอนนั้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการชะล้างหินภูเขาไฟที่ปนเปื้อนด้วยไพรีนได้เป็นอย่างดี

ภาควิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม	ลายมือชื่อนิสิต..
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..
ปีการศึกษา 2545	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..

4489421820: MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

KEY WORD: Surfactant / PAHs / Colloidal Gas Aphron (CGA) / Soil Remediation

PANITAN JUTAPORN: REMOVAL OF PYRENE IN PUMICE BY BIODEGRADABLE SURFACTANT IN THE FORMS OF COLLOIDAL GAS APHRON AND AQUEOUS SOLUTION. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. VIROTE BOONAMNAUYVITAYA, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: PROF. PETER B. LEDERMAN, Ph.D., 91 pp. ISBN 974-17-2598-1.

Two commercial types of non-toxic and readily biodegradable surfactants, i.e., BioSolve and BioNonex, were compared in their efficiencies of removing Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) from pumice. Pumice was used instead of natural soil in order to avoid interference of organic matters in the soil. Pumice was loaded with pyrene, a 4 benzene-rings PAHs. In the preliminary study, pumice soaked with pyrene was extracted by 5 vol% solution of BioNonex and BioSolve. After 24 hours, pyrene removals were 76% and 25% by BioNonex and BioSolve, respectively. BioNonex was therefore used in subsequent experiments. Comparison of extraction of pyrene by BioNonex in the forms of colloidal gas aphron (CGA) and conventional solution was conducted in a packed column with continuous up-flow condition. It was demonstrated that BioNonex in CGA form could extract pyrene more efficiently than that in solution form. Pyrene removal increased with increasing surfactant concentration ranging from 1 to 7 vol%. However, increasing surfactant concentration from 7% to 10% did not affect pyrene removal significantly. The results of this study confirmed that CGA generated by non-toxic and biodegradable surfactant, BioNonex, enhanced the rate of removal of pyrene in pumice.

Inter-department	Environmental Management	Student's signature	Panitan Jutaporn
Field of study	Environmental Management	Advisor's signature	
Academic year	2002	Co-advisor's signature	

ACKNOWLEDGEMENTS

Many individuals contributed to the successful completion of this thesis. First of all, I would like to express my sincere gratitude to my advisor, Assoc. Prof Virote B. Vitaya, Department of Chemical Engineering King Mongkut's University of Technology Thonburi, for his helpful guidance, creative discussions throughout my work and constant support to allow me to do the research at King Mongkut's University of Technology Thonburi. His wisdom and experience have helped me complete my research successfully. I really appreciated him for giving me an opportunity to gain experience in poster presentation at 2nd Regional Conference on Energy Technology towards a Clean Environment in Phuket. I am privileged an will always be proud to be his advisee.

I am very thankful to my co-advisor, Prof. Peter B. Lederman, Center for Environmental Engineering and Science, New Jersey Institute of Technology, who gave me valuable comments and suggestions.

I am particularly indebted to Dr. SomNuk, Department of Chemical Engineering King Mongkut's University of Technology Thonburi, for his valuable advice, worthy suggestions and comments in all about colloidal gas aphron. His kindness will always be remembered.

I also extend my sincere appreciation to the staffs and students of Environmental Research Institute of Chulalongkorn University (ERIC), National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management, for their companionship and their helps. Furthermore, I also appreciated the accommodation of the staffs and students at King Mongkut's University of Technology Thonburi in everything while I was there.

Finally, I am greatly indebted to my parents and my brother for their love and understanding, especially my father for a constant encouragement.

CONTENTS

Page

Thai Abstract....................iv

English Abstract....................v

Acknowledgements....................vi

Contents....................vii

List of Tables....................x

List of figures....................xi

CHAPTER 1 INTRODUCTION

1.1 Introduction....................1

1.2 Objectives....................2

1.3 Hypothesis....................3

CHAPTER 2 BACKGROUND AND RELATED WORKS

2.1 Literature Review....................4

2.2 Backgrounds

2.2.1 PAHs....................14

2.2.2 Soil Flushing....................15

2.2.3 Surfactants....................17

2.2.4 Colloidal Gas Aphrons (CGA)....................26

CHAPTER 3 METHODOLOGY

3.1 Materials

3.1.1 Pumice....................34

3.1.2 Pyrene....................36

3.1.3 Surfactants....................36

3.2 Experimental Procedures

3.1.1 Pumice Pretreatment....................37

3.2.2 Pyrene adsorption and extraction by toluene....................37

CONTENTS (cont.)

Page

3.2.3 Effectof concentration and type of surfactant 39
3.2.4 Effect of extraction time on pyrene removal........................39
3.2.5 Pyrene removal on real soil containing organic matters..........40
3.2.6 Solubility of pyrene...40
3.2.7 Stability of colloidal gas aphron (CGA)................................41
3.2.8 Column flushing experiments...41
3.2.9 Surface area and pore size distribution of pumice................43

CHAPTER 4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Preliminary study
4.1.1 Pyrene adsorption on pumice..44
4.1.2 Pyrene removal by toluene extraction...................................45
4.1.3 Pyrene removal from real soil..47
4.1.4 Solubility of pyrene...48
4.1.5 Removal of pyrene from pumice by surfactant solutions........50
4.1.6 Contact time...54
4.1.7 Specific surface area and pore size of pumice......................56
4.1.8 Stability of colloidal gas aphron (CGA)..............................57
4.2 Column flushing experiments
4.2.1 Influence of surfactant concentration on pyrene removal.........59
4.2.2 Comparison of CGA and surfactant solutions 62
4.2.3 Concentration of pyrene in the effluents..............................65
4.2.4 Rate of pyrene removal...67
4.2.5 Influence of initial pyrene concentration loaded on pumice.....69
4.2.6 Mass balance of pyrene...71

CONTENTS (cont.)

Page

CHAPTER 5 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS..............73

REFERENCES..75

APPENDIX..79

BIOGRAPHY..91

LIST OF TABLES

Table **Page**

3.1 Properties of pumice use in this experimental study........................34
3.2 Properties of BioSolve and BioNonex..37

4.1 Adsorption of pyrene on different size pumice..............................45
4.2 Pyrene Solubility in water and surfactant solutions.........................48
4.3 Specific surface area and pore size of pumice 56

LIST OF FIGURES

Figure **Page**

2.1 Process diagram for soil flushing....16

2.2 Structure of the surfactant molecule....18

2.3 Performance of surfactant....18

2.4 Examples of surfactant types....20

2.5 Examples of surfactant micellization....21

2.6 Formation of micelles at critical micelle concentration (CMC)....22

2.7 Schematic representation of micellar solubilization of a hydrophobic organic compound....23

2.8 Spinning disc CGA generator....27

2.9 Diffusion between bubbles....29

2.10 Structure of colloidal gas aphron....31

3.1 Pumice as purchased from a local market....34

3.2 Pumice after ground by coarse grinder....35

3.3 Pumice in fraction 4.0-4.75 mm....35

3.4 Structural molecule of pyrene....36

3.5 Schematic diagram of the experimental apparatus....42

4.1 The adsorption isotherm for pyrene at pumice/toluene interface....44

4.2 Influence of pumice size and initial pyrene concentration....46

4.3 Pyrene removal in pumice and natural soil....47

4.4 Pyrene solubility in BioNonex and BioSolve solutions....49

4.5 Influence of concentration of BioNonex solutions on pyrene removal....50

4.6 Influence of concentration of BioSolve solutions on pyrene removal....51

4.7 Pyrene removals by BioSolve and BioNonex solutions....52

4.8 Time course of pyrene removal with 5 vol% BioNonex, BioSolve and water....54

4.9 Half life of CGA generated from 3 and 7 vol% BioNonex solutions....57

LIST OF FIGURES (cont.)

Figure **Page**

4.10 Duplicated percentage of pyrene removal with 3 % BioNonex solution in the column experiment 58

4.11 Pyrene removals in column operation with different flushing media (a) 1300mg/kg and (b) 12000 mg pyrene/ kg pumice..........................61

4.12 Pyrene removals in column operation based on aqueous volume of flushing media (a) 1300 mg/kg and (b) 12000 mg pyrene/kg pumice 64

4.13 Concentration of pyrene in the effluents of soil flushing in column using (a) BioNonex-3% and (b) BioNonex-7%...........................61

4.14 Pyrene removal rate in column operation with different flushing media (a) 1300mg/kg and (b) 12000 mg pyrene/ kg pumice.........................68

4.15 Accumulative pyrene removals in column showing 2 levels of pyrene contamination using (a) BioNonex-3% solution and (b) BioNonex-3% CGA as flushing media 70

4.16 Mass balance of pyrene in the experiments based on total pyrene adsorbed in pumice at the contamination levels of (a) 1300 mg/kg and (b) 12000 mg/kg pumice................................72